



**UNIVERSIDAD ANDINA  
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN: INGENIERÍA CIVIL  
MENCIÓN EN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**



**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA  
Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES  
PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A  
3000 M.S.N.M. EN LA PROVINCIA DE PUNO**

**TESIS PRESENTADA POR  
HENRY WILBER, RIZALASO HUAICANI**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL**

JULIACA – PERÚ

2019



**UNIVERSIDAD ANDINA  
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL  
MENCIÓN EN: GEOTÉCNIA Y TRANSPORTES

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA  
Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES  
PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A  
3000 M.S.N.M. EN LA PROVINCIA DE PUNO

**TESIS PRESENTADA POR  
HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI**

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE

**MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL**

APROBADA POR EL JURADO:

PRESIDENTE

  
Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR

PRIMER MIEMBRO

:

  
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

SEGUNDO MIEMBRO

:

  
Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ASESOR DE TESIS

:

  
Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU



**"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**  
**ESCUELA DE POSGRADO****RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 115-2019-USA-EPG/UANCV**

Juliaca, 2019 Abril 08

**VISTOS:**

El expediente N° 29290 del (a) Bachiller RIZALASO HUAICANI HENRY WILBER, con número de DNI. 43982272 y con número de matrícula 1520100048, de la Maestría en INGENIERÍA CIVIL, Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES, de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" de Juliaca;

**CONSIDERANDO:**

Que, el (a) Bach. RIZALASO HUAICANI HENRY WILBER, con número de matrícula 1520100048, de la Maestría en INGENIERÍA CIVIL, Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES, de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca; ha Solicitado la Sustentación del Dictamen de Tesis titulada: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 M.S.N.M. EN LA PROVINCIA DE PUNO. Para ser sustentada;

Que, el (a) referido (a) Dictamen de Tesis aprobado por los jurados el 13 de Diciembre del 2018, establece la fecha de sustentación; habiendo para el efecto cumplido los requisitos establecidos en el reglamento de para la Obtención del Grado Académico de Magister/Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la UANCV;

Que, en el Artículo 66 del Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la sustentación de Tesis de Postgrado es un trabajo de investigación original y crítico, de actualidad y de alto valor científico;

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "J" del artículo 17° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el Art. 74 del Estatuto Universitario;

**SE RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- NOMBRAR** a los miembros del Jurado que calificarán la sustentación de la tesis del (a) Bach. RIZALASO HUAICANI HENRY WILBER, con número de DNI. 43982272 y con número de matrícula 1520100048, de la Maestría en INGENIERÍA CIVIL, Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES, de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca; quien ha presentado el Dictamen de Tesis: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 M.S.N.M. EN LA PROVINCIA DE PUNO. Nominado como ASESOR el (a) Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU, y siendo los jurados los siguientes docentes:

Presidente	:	Dr.	CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
Primer Miembro	:	Dr.	EFRAIN PARILLO SOSA
Segundo Miembro	:	Mgtr.	FRITZ WILLY MAMANI APAZA

**ARTÍCULO SEGUNDO.- REPROGRAMAR** que la fecha de sustentación de Tesis, que se llevará a cabo fijando el siguiente lugar, fecha y hora:

Fecha	:	Jueves 11 de Abril del 2019
Hora	:	10:00 a.m.
Local	:	Aula 309 Escuela de Posgrado - UANCV – JULIACA

A cuya finalización el Jurado registrará los resultados en el Libro de Actas de Sustentación de Tesis de Maestría con el grado de MAESTRO a los estudiantes que ingresaron posterior a la aprobación de la ley Universitaria N° 30220.

**ARTÍCULO TERCERO.- ELEVAR** la presente Resolución al Rectorado, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo y Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento.

Regístrese, comuníquese y Archívese.

Cc./Archiv. EPG (01)  
Interesado (01)  
Cargo (01)  
Jurados (03)  
Asesor (01)  
Expediente (01)  
OCM/aqy





A mis padres, quienes con sus consejos y estímulos hicieron posible la culminación de mis estudios de posgrado.

A mis amigos por brindarme sus enseñanzas, experiencias y sobre todo su confianza para culminar esta investigación.

A mis hermanos, por darme muestras de apoyo incondicional, con su alegría, su optimismo, su confianza en mí y en la investigación lo cual me motivó en momentos de debilidad.

HENRY WILBER.



Expreso mi mayor gratitud hacia la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y la Escuela de Posgrado que, a través de sus docentes me impartieron conocimientos.

A los dignos miembros del Jurado:

- Dr. César G. Camargo Najar
- Dr. Efraín Parillo Sosa
- Mgtr. Fritz Willy Mamani Apaza

Un profundo agradecimiento a mi asesora de tesis Mgtr. Diana E. Quinto Gastiaburu por su constante apoyo incondicional en la elaboración de esta investigación.



## ÍNDICE

ÍNDICE .....	i
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT .....	v
INTRODUCCIÓN.....	vi

### CAPÍTULO I

#### EL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática .....	1
1.2 Formulación del planteamiento del problema .....	3
1.2.1 Problema general .....	3
1.2.2 Problemas específicos .....	3
1.3 Justificación de la investigación .....	4
1.4 Objetivos .....	5
1.4.1 Objetivo general .....	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
1.5 Importancia y alcance de la investigación.....	6
1.6 Limitaciones y delimitaciones de la investigación .....	7

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.....	8
2.1.1 Antecedentes Nacionales .....	8
2.1.2 Antecedentes Internacionales.....	9
2.2 Bases Teóricas .....	10
2.2.1 Ensayo Proctor modificado (ASTM D 1557).....	10
2.2.2 Análisis granulométrico (ASTM D 422).....	13





2.2.3	Límites de atterberg (ASTM D 4318).....	17
2.2.3.1	Límite líquido .....	17
2.2.4	Humedad .....	18
2.2.5	Clasificación de suelos sucs.....	19
2.2.6	Concepto de correlación y regresión .....	21
2.2.7	Regresión lineal.....	23
2.2.8	Coeficiente de correlación de Pearson .....	26
2.3	Marco conceptual.....	26
2.4	Hipótesis .....	30
2.4.1	Hipótesis General .....	30
2.4.2	Hipótesis Específicas .....	30
2.5	Variables e indicadores .....	31
2.5.1	Conceptualización de variables .....	31
2.5.1.1	Variables Independientes.....	31
2.5.1.2	Variables Dependientes .....	31
2.6	Operacionalización de variables .....	31

### CAPÍTULO III

#### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Método aplicado en la investigación .....	33
3.2	Tipo de investigación .....	34
3.3	Diseño de investigación .....	34
3.4	Población y muestra.....	35
3.4.1	Población.....	35
3.4.2	Muestra.....	36
3.5	Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	37
3.5.1	Técnicas de la investigación.....	38
3.5.2	Instrumentos de la investigación .....	38
3.6	Validez y confiabilidad del instrumento de investigación.....	38
3.6.1	Validación y confiabilidad de los instrumentos .....	38



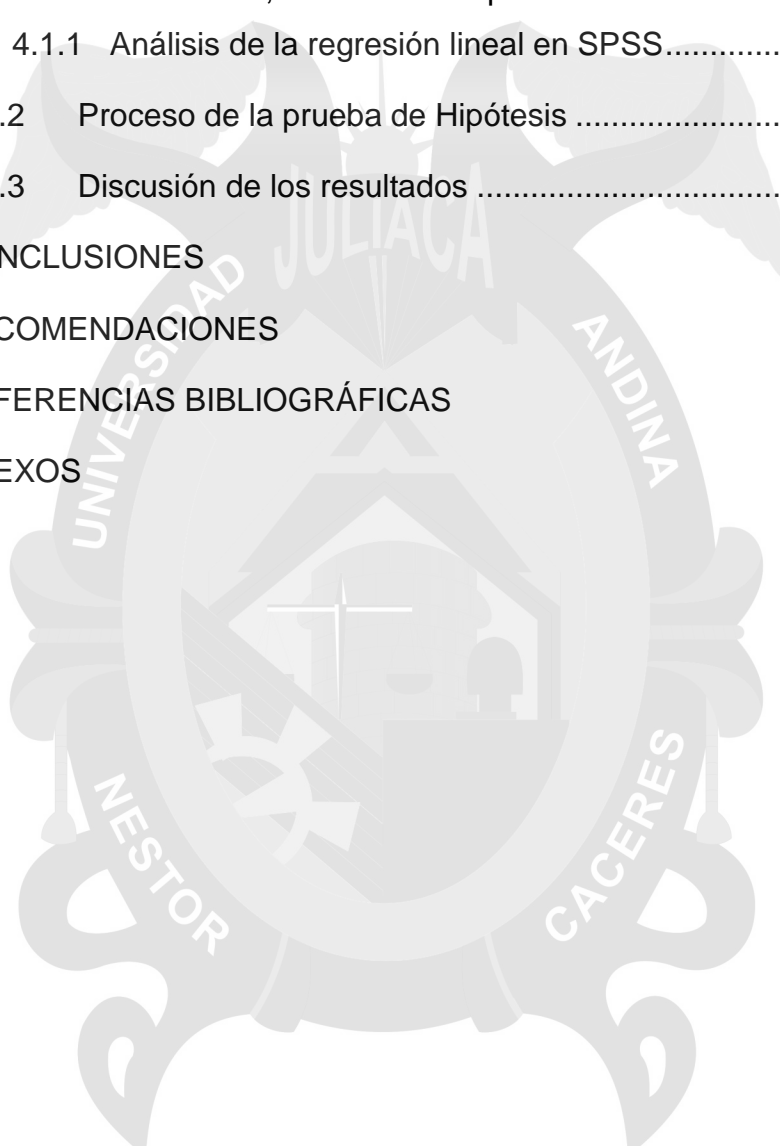


3.7	Diseño de la estrategia para la prueba de hipótesis .....	39
-----	---	----

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Presentación, análisis e interpretación de los datos .....	40
4.1.1	Análisis de la regresión lineal en SPSS.....	55
4.2	Proceso de la prueba de Hipótesis .....	62
4.3	Discusión de los resultados .....	64
CONCLUSIONES		
RECOMENDACIONES		
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		
ANEXOS		



## RESUMEN

El presente trabajo de tesis es el resultado de un estudio de investigación descriptiva, correlacional y experimental de las diferentes variables sobre la muestra de estudio enmarcada en la provincia de Puno, las mismas que son: el contenido de humedad óptima (CHO), la densidad máxima seca (DMS), el límite líquido y la granulometría con las cuales después de ser evaluadas y analizadas mediante pruebas estadísticas se establecen ecuaciones y grados de correlación entre las mismas.

El objetivo de esta investigación es determinar el CHO y la DMS a partir de las propiedades índice de un suelo como son: la gradación de un suelo y el límite líquido para la conformación de sub base con altitudes mayores a 3000 msnm en la provincia de Puno.

Referente a la cantidad de muestra se dispuso ejecutar veinte estudios de suelos con diferentes estructuras granulométricas para sub base en altitudes mayores a 3000 msnm según la EG-2013, los cuales fueron desarrollados en las instalaciones del laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfalto de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

Se ha obtenido resultados satisfactorios muy significativos con valores por encima del 90% del grado de correlación entre las variables estudiadas de acuerdo a los modelos matemáticos obtenidos, determinándose que existe relación entre la gradación de un suelo y la DMS, así mismo existe relación entre el límite líquido y el CHO para subbase con altitudes mayores a 3000 msnm en la provincia de Puno.

**Palabras clave:** predicción, correlación, Proctor modificado, variables



## ABSTRACT

The present thesis work is the result of a descriptive, correlational and experimental research study of the different variables on the study framed in the province of Puno, which are: the optimum moisture content (OMC), the density dry maximum (DDM), the liquid limit and the granulometry with which, after being evaluated and analyzed by statistical tests, equations and degrees of correlation between them are established.

The objective of this research is to determine the OMC and the DDM from the index properties of a soil such as: the gradation of a soil and the liquid limit for the conformation of sub base with altitudes higher than 3000 masl in the province of Puno.

Regarding the quantity of sample, it was decided to execute twenty soil studies with different granulometric structures for sub base at altitudes higher than 3000 masl according to EG-2013, which were developed in the facilities of the soil concrete and asphalt mechanics laboratory of the Andean University Nestor Caceres Velasquez.

Very satisfactory results have been obtained with values above 90% of the degree of correlation between the variables studied according to the mathematical models obtained, determining that there is a relationship between the gradation of a soil and the DDM, also, there is a relationship between the liquid limit and OMC for sub base with altitudes higher than 3000 masl in the province of Puno.

**KEY WORDS:** prediction, correlation, modified Proctor, variables

## **INTRODUCCIÓN**

Teniendo en consideración que para la ejecución de vías de transporte terrestre, un factor muy importante reside en la mecánica de suelos, el cual determinará si un tipo de suelo es adecuado para la disposición de terraplén, afirmado, base o subbase y por tanto podría tener un uso en el tratamiento de una obra vial.

Una vez identificado un tipo de suelo que se utilizará en la conformación de la estructura del pavimento, se debe aplicar la mecánica de suelos para establecer dos parámetros muy trascendentes que son muy obligatorios antes de ejecutar una carretera, nos referimos al contenido de humedad óptima (CHO) y la densidad máxima seca (DMS), valores que se pueden obtener en laboratorio por medio del ensayo Proctor modificado, el cual consiste en establecer la relación efectiva entre la cuantía de agua y el peso unitario seco de un suelo, es decir que para cierto importe de agua, el suelo conseguirá un grado de consistencia.

De lo descrito líneas arriba, la presente investigación tiene como finalidad descubrir una metodología utilizando retrocesos con las cuales podemos establecer valores numéricos que se consiguen al consumir el ensayo Proctor modificado a través de las propiedades mecánicas del suelo entre ellos las pruebas de límite líquido y el análisis granulométrico por tamizado.

Así mismo esta investigación se centra en la normativa vigente del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Contrucción EG-2013 en la cual establece intervalos de gradaciones para suelos granulares aplicables para la conformación de subbase de con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar.

En el capítulo I se cita la problemática existente referente a la obtención de los valores del CHO y la DMS , así mismo se efectúa la formulación del planteamiento del problema, la justificación de la investigación, los objetivos que se desean alcanzar, las hipótesis generadas y la operacionalización de variables.

En el capítulo II se enfatiza las referencias historicas de la investigación, las bases teóricas teniendo en cuenta sólo las concepciones necesarias relacionadas a las variables de estudio. En el capítulo III se designa la metodología aplicada en la investigación como el tipo y diseño de investigación, la población delimitada en la provincia de Puno y por consiguiente su muestra representativa, de la misma forma las técnicas y herramientas de recolección de datos las cuales se desarrollaron netamente con experimentos en laboratorio.

El capítulo IV describe el análisis e interpretación de los datos y/o resultados obtenidos después de concluir con la ejecución de todos los ensayos de suelos necesarios en el laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfalto de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez obteniéndose resultados satisfactorios, de este modo se valida la prueba de hipótesis en base a las correlaciones encontradas utilizando el software estadístico IMB SPSS.



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA

#### 1.1. Análisis de la situación problemática

En nuestra región de Puno la dificultad que se evidencia en los laboratorios de mecánica de suelos es la demora en descubrir resultados que determinen la reciprocidad existente entre la cantidad de humedad y su respectivo peso unitario seco en suelos granulares.

Indudablemente nos referimos a los resultados que se obtienen al realizar el ensayo Proctor modificado, los cuales son: El contenido de humedad óptima (CHO) y la densidad máxima seca (DMS), la obtención de dichos valores tienen una espera sustancial de unos cinco días.

La demora en concretizar los resultados se deben a factores como la poca o ninguna prestación de aparatos de laboratorio; la ausencia de personal técnico capacitado en ensayos de mecánica de suelos lo cual genera tardanza en la correcta ejecución del ensayo así como desconfianza en la interpretación de los resultados; la escasa existencia de laboratorios de mecánica de suelos en la

provincia de Puno; así mismo cabe mencionar que a estos factores se complementa el coste económico y mano de obra que demanda la elaboración del ensayo Proctor modificado.

Teniendo en consideración que la provincia de Puno se encuentra a una altitud mayor a 3000 metros sobre el nivel del mar y a la vez el Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Contrucción (EG-2013) que tiene carácter normativo reglamenta las especificaciones mínimas y máximas en cuanto a los requerimientos de granulometría.

Los cuales deben poseer los suelos granulares para ser utilizados en la conformación de subbase granular cuando se desea aplicar para altitudes mayores a 3000 msnm, por lo cual nuestro problema se centra específicamente a la obtención de los resultados de la DMS y el CHO en las condiciones normadas que indica la EG-2013 vigente en nuestro país y por ende para la provincia de Puno.

De lo expuesto anteriormente en la presente investigación se formula una metodología en la cual como primer punto se pueda verificar el grado de correlación entre variables y como segundo punto a través de regresiones teniendo en cuenta los parámetros de las propiedades mecánicas del suelo entre ellos la granulometría y el límite líquido con la DMS y el CHO respectivamente se logre obtener una función lineal que pueda modelar en una ecuación lineal de primer grado de forma que podamos calcular los parámetros antes señalados de una forma inmediata para su aplicación en una subbase con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar.

El presente estudio es muy significativo puesto que se podrá obtener valores numéricos del CHO y la DMS ya sea en laboratorio como también en la ejecución misma de una conformación de subbase con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar como un método de verificación de resultados.

## **1.2 Formulación del planteamiento del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Qué grado de correlación existe entre las propiedades índice como son la granulometría y el límite líquido con la obtención del CHO y la DMS de un suelo granular compactado para subbase de con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar en la provincia de Puno?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- a) ¿Qué tipo de regresiones se utilizarán para determinar los valores del CHO y la DMS a través de las propiedades mecánicas del suelo, límite líquido y granulometría para la conformación de subbase con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar en la provincia de Puno?
- b) ¿Qué grado de correlación existe entre el límite líquido y el CHO obtenido en un ensayo Proctor Modificado para la conformación de subbase con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar en la provincia de Puno?
- c) ¿Qué grado de correlación existe entre la granulometría de un material granular que esté en una gradación A de la EG-2013 respecto a la DMS en estado compacto obtenido a través del ensayo Proctor modificado para la conformación

de subbase con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar en la provincia de Puno?

### **1.3 Justificación de la investigación**

#### **a) Justificación Social**

En el aspecto social como primer punto incidimos que la presente indagación puede utilizarse como una técnica facultativa con fines de comprobación de resultados para la determinación del CHO y la DMS de un suelo granular que cumpla los parámetros que indica la normativa vigente (EG-2013) sin la imperiosa necesidad de ejecutar el ensayo Proctor modificado de tal forma que se disminuyan los plazos en tiempo y el coste económico en la obtención de los resultados.

En efecto socialmente es beneficioso en el aspecto económico y como segundo punto esta investigación colaborará una base de estudio a la sociedad la cual puede ser utilizada por otros investigadores interesados en el área de estudio.

#### **b) Justificación Técnica**

La justificación en el aspecto técnico inminentemente se basa en que para la obtención de los valores del CHO y la DMS estos se plasman a partir de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos los cuales se encuentran normados como: el ensayo de límite líquido (ASTM D4318), el análisis granulométrico por tamizado (ASTM D422) y el ensayo Proctor modificado (ASTM D1557) además con la verificación del grado de correlación entre variables y utilizando ciencias exactas como los principios estadísticos se logró proponer ecuaciones de

acuerdo a la dependencia lineal existente entre las variables y de esta forma se certifica técnicamente el sustento de esta tesis.

### **c) Justificación Ambiental**

Con la elaboración de la presente investigación el cual reside en la determinación del CHO y la DMS para subbase con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar en la provincia de Puno a partir de ensayos de laboratorio como límite líquido y análisis granulométrico por tamizado, los cuales se desarrollaron en un ambiente como lo es un laboratorio, no tiene ningún impacto negativo en el medio ambiente por lo que en el aspecto ambiental no existe perjuicio a la sostenibilidad ambiental de la zona en la cual se realizó el estudio.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Determinar el CHO y la DMS a partir de las propiedades índice como son la granulometría y el límite líquido de un suelo granular compactado para subbase con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar en la provincia de Puno.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- a) Evaluar en qué medida el uso de regresiones lineales, en relación a las propiedades mecánicas del suelo, límite líquido y granulometría podrán determinar el CHO y la DMS para la conformación de subbase con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar en la provincia de Puno.



- b) Precisar el grado de relación que existe entre el límite líquido y el CHO para la conformación de subbase con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar en la provincia de Puno.
- c) Determinar el grado de relación que existe entre la granulometría y la DMS para la conformación de subbase con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar en la provincia de Puno.

### 1.5 Importancia y alcance de la investigación

Esta investigación es muy sustancial porque a través de ésta se establecerá en que medida los valores del CHO y DMS se puede fijar conociendo valores numéricos de límite líquido y granulometría de un determinado suelo granular el cual necesariamente debe cumplir las especificaciones granulométricas que se consideran en el Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Contrucción (EG-2013) para altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar.

El alcance de la investigación tiene como horizonte abarcar los diferentes tipos de suelos que estén dentro de la franja granulométrica que determina la EG-2013 para utilizarlo como subbase para altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar, así mismo es de mencionar que para esta tesis no necesariamente un suelo granular se encuentra en dicha franja granulométrica antes mencionada, por lo que se tendrá que corregir la granulometría de un suelo para las diferentes mallas de manera que finalmente ésta pueda cumplir la graduación requerida y estar dentro de la franja granulométrica pretendida, una

vez cumplida esta condición, recién se procede a someter al suelo granular a los numerosos ensayos de laboratorio.

## **1.6 Limitaciones y delimitaciones de la investigación**

Se delimitó efectuarla para la provincia de Puno, en la cual necesariamente el suelo a extraer para los posteriores ensayos en laboratorio son de las canteras mas utilizadas para conformación de subbase, donde posteriormente en el laboratorio se procedió a verificar si se encuentra dentro de la franja granulométrica normada por la EG-2013, de no cumplirse esta condición se procedió a corregir su gradación de forma que se tenga el suelo requerido.

También la limitante existente en este estudio radica en que en la provincia de Puno existen un gran número de yacimientos que probablemente no conocemos por la lejanía de las mismas como ya se mencionó líneas arriba se realizó el acopio y traslado de suelos granulares de los yacimientos más utilizados en la provincia de Puno y en laboratorio se procedió a efectuar correcciones en cuanto a su composición granulométrica.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 Antecedentes Nacionales

Atala (2011) afirma: De acuerdo al estudio experimental sobre correlaciones en suelos granulares finos compactados, usando equipos de penetración; a un estudio experimental sobre las correlaciones de los diferentes equipos de penetración, en un suelo arenoso igualmente compactados se establecen ecuaciones de correlación entre ellas. Así mismo se realizó la caracterización geomecánica del suelo arenoso por medio de ensayos estándar de granulometría, límites de Atterberg, gravedad específica, contenido de humedad y ensayos especiales de: Densidades Máximas, Mínimas y Proctor Modificado (p. 5).

Según Araujo (2014) señala que: Las ecuaciones de correlación del CBR con propiedades índice de suelos para la ciudad de Piura,

donde se propone un método alternativo para la obtención del valor del CBR de diseño mediante correlaciones con propiedades índice y de compactación de los suelos. Se correlacionaron datos del CBR de laboratorio en condición remoldeada y saturada con nueve parámetros del suelo: Contenido de grava, de arena, de limo, de arcilla, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, máxima densidad seca y contenido óptimo de humedad, usando datos históricos de un laboratorio local en Piura acumulados entre los años 2004 y 2014. Se aplicó tanto la correlación lineal simple como la múltiple, donde los resultados muestran que el contenido de grava y el contenido óptimo de humedad presentan una buena correlación lineal simple con el CBR  $R = 0.84$  y  $0.81$  respectivamente (p. 8).

### 2.1.2 Antecedentes Internacionales

De acuerdo a Páez & Peña (2004) indican: La correlación del valor soporte del suelo california bearing ratio (CBR) partiendo de los resultados de la densidad seca y el contenido de humedad en los suelos de maracaibo, donde el objetivo principal de éste trabajo de investigación fue investigar en mayor profundidad la correlación entre el valor soporte del suelo California Bearing Ratio (CBR), la densidad seca y el contenido de humedad, de manera que se pueda simplificar el proceso de cálculo y minimizar el tiempo de ejecución del ensayo de la obra a realizar (p. 9).

Revolorio (2013) señala: La incidencia de resultados del ensayo proctor por la influencia de clima, humedad, equipo y superficie de base de compactación durante su desarrollo donde el ensayo de compactación de suelos Proctor es utilizado para obtener índices para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasantes, capas de base y subbase a través de la compactación del suelo, mediante su densificación por medios mecánicos, disminuyendo la cantidad de vacíos, y manteniendo el contenido de humedad relativamente constante (p. 11).

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Ensayo Proctor modificado (ASTM D 1557)**

El ensayo Proctor modificado es un experimento que desarrolla en laboratorio en el cual se explica el comportamiento de un suelo al ser sometido a una fuerza externa de compactación en el cual a medida que se le incrementa agua en forma proporcional, esto estimula que las partículas y/o granos de suelo con múltiples tamaños de diámetros se reagrupen con mayor soltura y en consecuencia el suelo llegue a densificarse.

“La ejecución del ensayo Proctor resulta de gran interés ya que por medio de éste podemos conocer dos condiciones óptimas muy importantes para la compactación de los áridos” (Muñoz, 2013, p. 51).

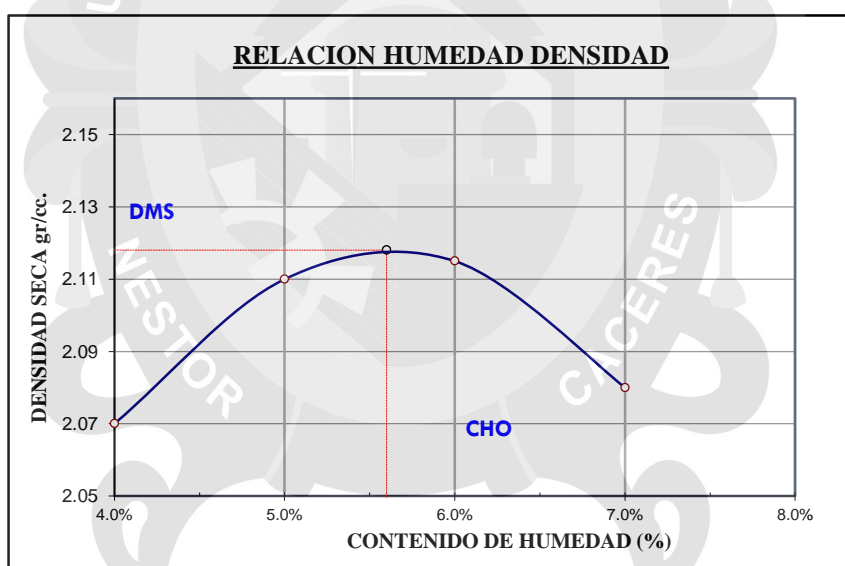
Ahora bien este experimento nos proporciona dos cuantificaciones muy importantes antes de iniciar con el proceso de compactación de suelos en la conformación de la estructura de un pavimento, dichos parámetros son: el CHO



y la DMS los que se obtienen gráficamente en un plano cartesiano de abscisas y ordenadas de acuerdo a la relación humedad densidad concibiéndose una curva de compactación; para mayor detalle a continuación se ilustra la figura 1, donde se hace mención a los términos antes descritos.

Así mismo mediante la figura 1 se observa el comportamiento de un suelo el cual va incrementando su consistencia seca a medida que aumenta su contenido de agua en porcentaje, dicho de otra forma la densidad seca va acrecentando hasta llegar a un punto máximo donde su porcentaje de saturación será la óptima.

**Figura 1:** Se observa la curva de compactación



**Fuente:** Autoría Propia

“Evidentemente el ensayo Proctor modificado se relaciona con la compactación del suelo el cual es la densificación del mismo por remoción de aire, lo que requiere energía mecánica” (Das, 2001, p. 51).

“A través de la compactación buscamos las propiedades adecuadas para el suelo de una determinada fundación, así como una buena homogenización

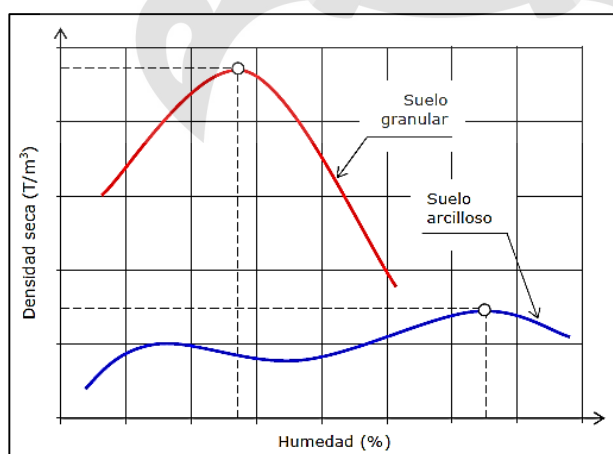
del mismo, lo cual causará una reducción de la posibilidad de producirse asentamientos diferenciales" (Revolorio, 2013, p. 31).

"El Ensayo Proctor en sus dos variantes, Normal y Modificado que toma el nombre de su creador el ingeniero estadounidense R.R. Proctor, persigue la determinación de la humedad óptima de compactación de una muestra de suelo" (Bañon & Beviá, 2008, p. 14).

"La diferencia entre las dos variantes existentes Proctor Normal y Modificado radica únicamente en la energía de compactación empleada ya que el Proctor modificado no es más que la lógica evolución del Normal, causada por la necesidad de emplear maquinaria de compactación más pesada" (Bañon & Beviá, 2008, p. 15).

A continuación en la figura 2 se observa las diferencias significativas que se pueden presentar en cuanto a las curvas de compactación entre un suelo granular el cual tiene sólo un punto de inflexión, mientras que un suelo arcilloso puede tener hasta dos puntos máximos.

**Figura 2:** Influencia del tipo de suelo



**Fuente:** *Manual de carreteras tomo 2 – Bañon Luis; Beviá José, cap 15, 2008, pág.15.*

### 2.2.2 Análisis granulométrico (ASTM D 422)

Gonzales de Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo (2004) sostienen que:

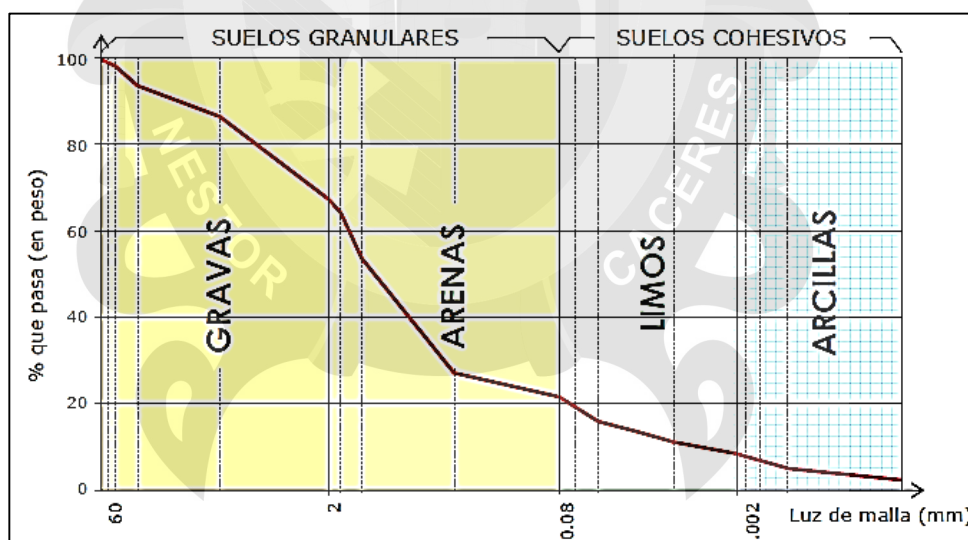
Una muestra de suelos se la hace pasar por un conjunto de tamices cuyos tamaños suelen ir disminuyendo en progresión geométrica de razón 2 agitando el conjunto. Después se pesa lo retenido en cada tamiz, con lo que, conocido el peso inicial de la muestra, se determina el porcentaje de material, que pasa por un tamiz y con estos datos se puede elaborar la curva granulométrica de un suelo (p. 22).

El análisis granulométrico por tamizado al cuál se somete un determinado tipo de suelo es de suma importancia ya que nos ayuda a identificarlo y clasificarlo permitiéndonos fijar los tamaños de los granos de partículas de una cantidad de muestra de suelo y de esta forma se puede efectuar un análisis de su origen, sus propiedades mecánicas e incluso su horizonte de aplicación en algún tipo de obra ingenieril de acuerdo a la estructura que presente el suelo.

Bañon & Beviá (2008) indican que: Se emplea una serie normalizada de tamices de malla cuadrada y abertura decreciente, a través de los cuales se hace pasar una determinada cantidad de suelo seco, quedando retenida en cada tamiz la parte de suelo cuyas partículas tengan un tamaño superior a la abertura de dicho tamiz (p. 6).

Los análisis granulométricos se realizan mediante estudios en el laboratorio de mecánica de suelos con múltiples tamices de aberturas variadas, dependiendo de la separación de las aberturas de cada malla, por lo cual la finalidad de este experimento no es otra que establecer las proporciones de peso en porcentaje en los distintos tamaños de partículas existentes (porcentaje de pasa) para un tipo de suelo, por lo que en la figura 3 se observa dos grandes grupos: los suelos granulares y los cohesivos los mismos que se subdividen en gravas, arenas, limos y arcillas, también es de precisar que para esbozar la curva granulométrica se realiza en un plano X y Y, donde en el eje X se encuentran los tamaños de abertura de cada tamíz en milímetros y en el eje Y se acentúa el porcentaje que pasa para cada malla.

**Figura 3:** Curva Granulométrica de un suelo



**Fuente:** Manual de carreteras tomo 2 – Bañon Luis; Beviá José, cap 15, 2008, pág.06.

El procedimiento del análisis granulométrico por tamizado se encuentra normado por el Manual de Ensayo de Materiales elaborado por el Ministerio de

Transportes y Comunicaciones en el cual involucra tomar una cantidad de suelo el cual debe ser pesado teniendo en cuenta que la cantidad en peso de dicha muestra para iniciar el ensayo depende del tamaño máximo de partícula existente por lo que un suelo con granos de mayor tamaño de diámetro necesitan una mayor cantidad de muestra mientras que un suelo que contenga partículas de menor diámetro necesitan una menor cantidad lo que se representa en peso.

Una vez concreta esta cantidad en peso se procede al cribado por los distintos tamaños de mallas donde corresponde pesar las cantidades retenidas en cada una de las cribas que conforman una serie de tamices, posteriormente se procesan los resultados y se diseña una gráfica semilogarítmica donde se representa el porcentaje en peso que pasa para cada abertura de la serie de tamices.

Bañon & Beviá (2008) señalan que: Para que un suelo granular pueda destinarse al uso en carreteras, es importante que el suelo esté bien graduado para que al compactarlo, las partículas más finas ocupen los huecos que dejan los áridos de mayor tamaño, reduciendo de esta forma el número de huecos y alcanzando una mayor estabilidad y capacidad portante (p. 8).

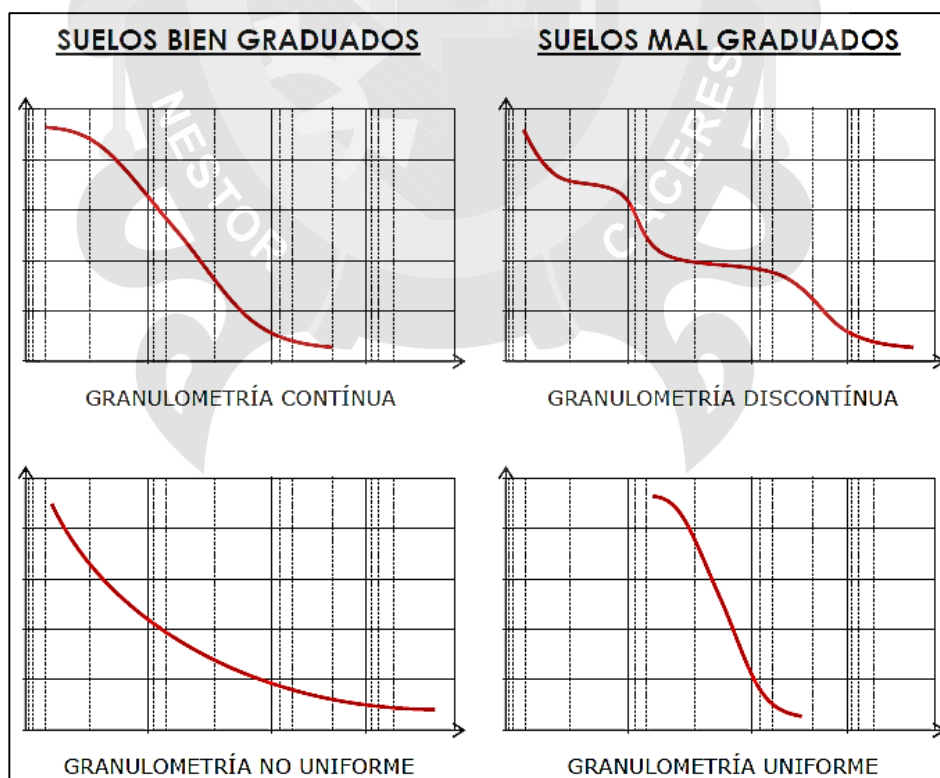
Un suelo granular que presente en su estructura una buena graduación necesariamente debe satisfacer los coeficientes de uniformidad y curvatura, los cuales interpretan el grado de magnitud en cuanto a la uniformidad con que cuenta una muestra de suelo y su aplicabilidad para la conformación de una subbase para su aplicación a altitudes mayores a 3000 msnm.



“Una muestra representativa de masa conocida de suelo se pasa a través de una serie de tamices estándar con aberturas cada vez mas pequeñas y luego se mide la masa retenida” (Berry & Reid, 2000, p. 34).

Ejecutar un adecuado procedimiento para un correcto desarrollo del ensayo de análisis granulométrico por tamizado y modelar los resultados en una curva granulométrica nos ayuda enormemente para establecer el tipo de suelo como se aprecia en la figura 4, donde se diferencian los suelos bien graduados, los cuales contienen en su estructura todos los tamaños de partículas de modo que al ser sometido a una fuerza mecánica se consigue el reacomodo de las partículas y se logra un adecuado compactado lo que conlleva a adquirir una densidad mucho mayor en comparación a un suelo mal graduado.

**Figura 4:** Interpretación de la curva granulométrica.



**Fuente:** *Manual de carreteras tomo 2 – Bañon Luis; Beviá José, cap 15, 2008, pág.08.*

### 2.2.3 Límites de atterberg (ASTM D 4318)

Das (2001) afirma: Los límites de consistencia se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos. Cuando un suelo arcilloso se mezcla con una cantidad de agua, éste puede fluir como un semilíquido. Si el suelo es secado gradualmente, se comportará como un material plástico, semisólido o sólido dependiendo de su contenido de agua (p. 15).

#### 2.2.3.1 Límite líquido

Gonzales de Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo (2004) señalan: El límite líquido se determina amasando bien el suelo seco previamente disgregado con maza con bastante agua y extendiendo la masa sobre un molde denominado Cuchara de Casagrande. Se abre, en el centro de la masa extendida, un surco con un acanalador, formando un canal de unos 2 mm de ancho en su parte baja. El molde se coloca sobre una base y se somete a golpes controlados (p. 23).

El ensayo de límite líquido se encuentra normado en el Manual de ensayo de materiales con la sigla MTC E 110, para su determinación se manipula la cuchara de Casagrande y su respectivo ranurador, con los cuales se obtiene la cantidad de humedad a los 25 golpes, del mismo modo como se observa en la figura 5 existen distintos tipos de ranuradores dedicados a diferentes tipos de suelos.

**Figura 5:** Cuchara de Casagrande



**Fuente:** Ingeniería Geológica – Gonzales de Vallejo Luis; Ferrer Mercedes; Ortuño Luis; Oteo Carlos, 2004, Pág 23.

#### 2.2.4 Humedad

Bañon & Beviá (2008) señalan: En la compactación de suelos, la humedad juega un papel decisivo ya que mientras que un suelo seco necesita una determinada energía de compactación para vencer los rozamientos internos entre sus partículas, el mismo suelo ligeramente húmedo precisará un menor esfuerzo, ya que el agua se comporta como un agente lubricante formando una película alrededor de los granos y disminuyendo la fricción entre ellos (p. 13).

Un suelo granular aplicable para subbase conseguirá un CHO con el que se obtenga una máxima compactación del mismo y a medida que aumente la cantidad de agua, la compacidad del suelo comenzará a disminuir, a este

fenómeno que se le conoce con el nombre de acolchonamiento, el cual tendrá una mayor incidencia en suelos finos con alto contenido de arcillas mientras que en suelos gravosos éste comportamiento no tendrá mayor acontecimiento negativo en su estructura.

### 2.2.5 Clasificación de suelos sucs

“Este sistema fue presentado por Arthur Casagrande como una modificación y adaptación más general a su sistema de clasificación propuesto en 1942 para aeropuertos” (Crespo, 2004, p. 88).

Revolorio (2013) señala: El sistema de clasificación de suelos SUCS, los divide en dos grandes grupos: suelos de grano grueso, tipo grava y arena con menos del 50% pasando por el tamiz No. 200 y suelos de grano fino con 50 % o más, pasando por el tamiz No. 200. Este sistema está especificado en la norma ASTM D 2487 (p. 28).

Bañón & Beviá (2008) indican: Una adecuada clasificación permite al ingeniero de carreteras tener una primera idea acerca del comportamiento que se debe esperar de un suelo a partir de propiedades de sencilla determinación; lo mínimo que se debe conocer de cualquier suelo es la granulometría y la plasticidad como el límite líquido (p. 20).

**Tabla 1:** Símbolos de Grupo (S.U.C.S.)

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrementemente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite Líquido alto (>50)	L
Turba	Pt	Límite Líquido bajo (<50)	H

**Fuente:** Manual de carreteras tomo 2 – Bañón Blázquez Luis; Beviá García José, cap. 15 pág.21

**Tabla 2:** Tipología de Suelos (S.U.C.S.)

SÍMBOLO	Características Generales		
GW	GRAVAS (>50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos <5%)	Bien graduadas
GP		Con finos (Finos >12%)	Pobrementemente graduadas
GM			Componente limoso
GC			Componente arcilloso
SW	ARENAS (<50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos <5%)	Bien graduadas
SP		Con finos (Finos >12%)	Pobrementemente graduadas
SM			Componente limoso
SC			Componente arcilloso
ML	LIMOS	Baja plasticidad (LL<50)	
MH		Alta plasticidad (LL>50)	
CL	ARCILLAS	Baja plasticidad (LL<50)	
CH		Alta plasticidad (LL>50)	
OL	SUELOS ORGANICOS	Baja plasticidad (LL<50)	
OH		Alta plasticidad (LL>50)	
Pt	TURBA	Suelos altamente orgánicos	

**Fuente:** Manual de carreteras tomo 2 – Bañón Luis; Beviá José, cap. 15 pág.21



“La granulometría únicamente proporciona una primera aproximación para la identificación del suelo, por lo tanto, también es necesario determinar los límites de Atterberg para identificar el suelo y su naturaleza cohesiva” (Cuñez, 2015, pág. 58).

Para un mayor entendimiento sobre la clasificación de suelos sucs se observa en tablas 2 y 3 los símbolos de cada tipo de suelo, el prefijo que es el símbolo que antecede a la nomenclatura designando la constitución del suelo y también el sufijo el cual es el símbolo posterior encargado de efectuar combinaciones a las propiedades del suelo.

En la tabla 3 se distingue la tipología del suelo con el símbolo y las características generales donde en la primera columna se muestra las combinaciones entre sufijos y prefijos así como sus propiedades con los cuales se logran establecer una correcta simbolización del suelo.

#### **2.2.6 Concepto de correlación y regresión**

“Los conceptos de correlación y regresión son muy usados en la Investigación científica, una herramienta muy útil cuando se trata de relacionar dos o más variables, que guardan relación entre sí” (Córdoba, 2003, p. 87).

“El análisis de regresión es la parte de la estadística que trata con la investigación de la relación entre dos o más variables relacionadas de un modo no determinístico” (Devore, 2005, p. 497).

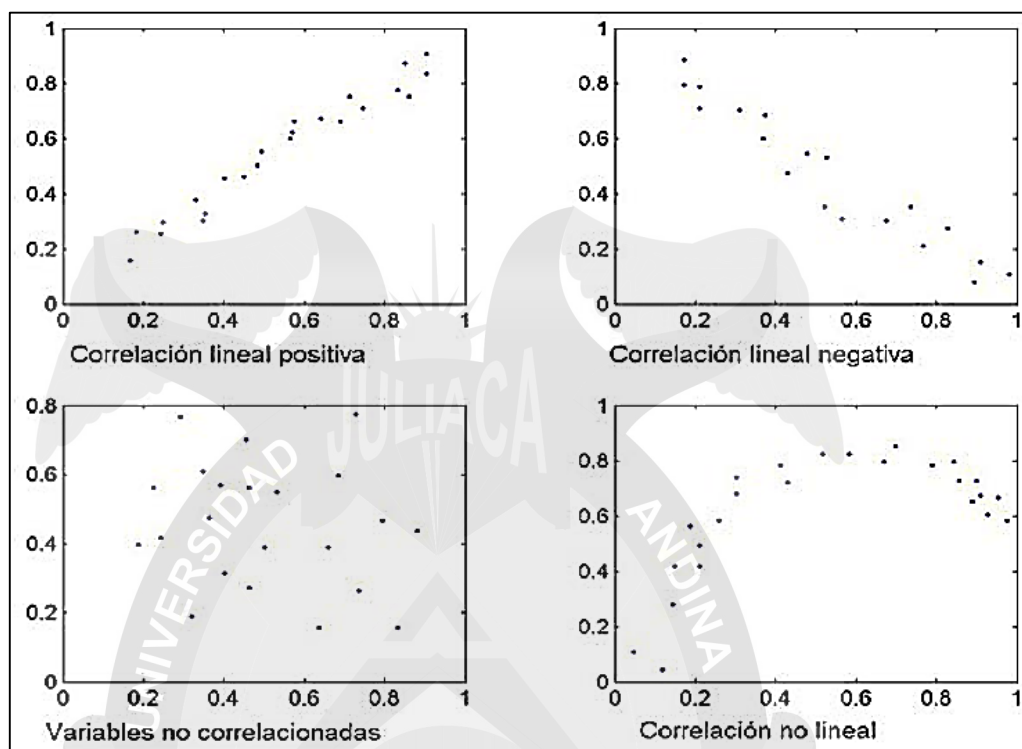
Las metodologías de regresión se pueden utilizar con la intención de revelar predicciones de los valores numéricos de una variable dependiente, a partir de los datos o resultados de una variable independiente, por lo que entre ambas variables coexiste una reciprocidad o dependencia.

“Si disponemos de dos series de datos emparejadas, con frecuencia es útil conocer si ambas variables están relacionadas, se debe encontrar la expresión que refleja dicha relación” (Teneda, 2007, p. 14)

“Al hablar de regresión se requiere información adicional del campo de la estadística. De la media, desviación estándar, suma residual de los cuadrados, distribución normal e intervalos de confianza” (Steaven & Canale, 2006, p. 451).

“El coeficiente de correlación, como ya se sabe, va a permitir medir la asociación entre dos variables” (Vélez, 2002, p. 100).

En la figura 6 podemos observar un claro ejemplo sobre los tipos o modelos de correlación entre dos variables donde se incide en una correlación lineal tanto positiva como negativa, esto se experimenta al esbozar la nube de puntos donde con cada punto dibujado en el plano cartesiano “X” y “Y”, continúa formándose o asemejándose a una función matemática pudiendo tener un comportamiento de primer grado, segundo o tercero, este comportamiento se puede describir como la relación entre las variables donde una depende necesariamente de la otra.

**Figura 6:** Tipos de correlación entre dos variables

**Fuente:** *Probabilidad y estadística básica para ingenieros – Rodríguez Ojeda Luis Instituto de ciencias matemáticas Ecuador pág.30*

### 2.2.7 Regresión lineal

Una regresión lineal consiste en el estudio de una posible correspondencia o subordinación lineal lo que se puede determinar en forma gráfica en un plano de coordenadas "X" y "Y" entre dos variables teniendo como exigencia que una dependa de la otra, por lo que la variación de una de ellas debe repercutir también a la otra ya sea de forma positiva o negativa, así mismo para una población de estudio se puede obtener datos de una muestra representativa y de esta manera esbozar, identificar, calcular y finalmente concretizar mediante una ecuación lineal la relación entre la población y la muestra.

"Uno de los aspectos más relevantes que aborda la Estadística se refiere al análisis de las relaciones que se dan entre dos variables aleatorias. El análisis

de estas relaciones está muy frecuentemente ligado al análisis de una variable”  
(Sáez, 2012, p. 185)

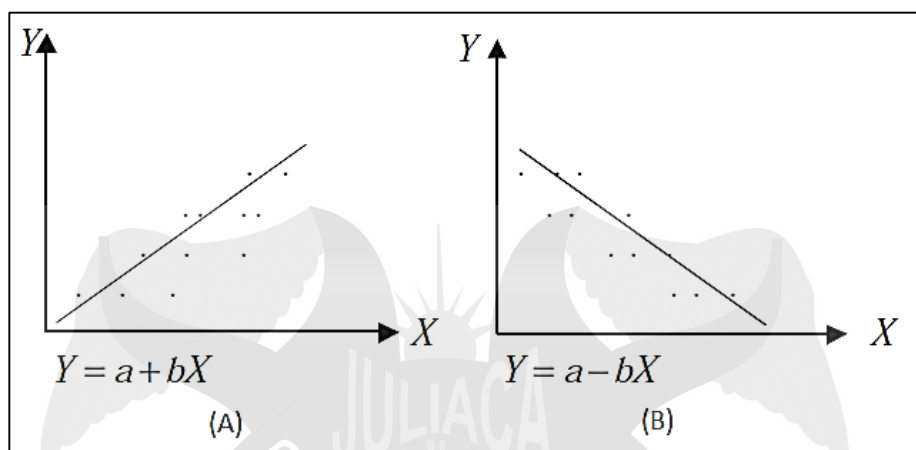
“La asociación entre las variables “X” y “Y” es la regresión, que consiste en determinar una relación funcional (recta de regresión) entre ellas, con el fin de predecir el valor de una variable en base a la otra” (Córdoba , 2003, p. 89).

La finalidad del desarrollo de una regresión lineal también se puede definir como el perfeccionamiento de una ecuación lineal de estimación e inferencia con la cual se pueda describir la correspondencia entre la conducta de una variable que satisface las acciones de la otra y a la vez inferir los valores numéricos de una variable teniendo los datos ya encontrados de la otra.

El modelo o los modelos estadísticos que se obtengan al culminar con el procedimiento de ejecución del software estadístico SPSS nos generará una ecuación matemática la cual se puede emplear para aplicar predicciones donde necesariamente debemos conocer los valores y/o resultados de la variable independiente, con los cuales se podran inferir y/o predecir los resultados de las variables dependientes.

Una regresión lineal se puede personalizar realizando un diagrama de dispersión llamado también nube de puntos, con el cual podemos verificar gráficamente la reciprocidad entre las variables, por lo cual en la figura 7(A) se observa una relación lineal positiva y en la figura 7(B) se muestra una relación lineal negativa, este fenómeno también lo podemos evidenciar en las ecuaciones mostradas en la figura 7 donde el signo positivo o negativo definitivamente indica el comportamiento de la función encontrada.

**Figura 7:** Diagrama de dispersión



**Fuente:** Autoría Propia

Anteriormente ya se mencionó sobre el concepto de regresión lineal y su correspondiente dependencia de variable, a continuación se procederá a enfatizar sobre las ecuaciones y cálculos necesarios para el procedimiento de obtención de los coeficientes para finalmente obtener la ecuación lineal.

Steaven & Canale (2006) indican: Las operaciones matemáticas para una regresión lineal, la función escogida para aproximar la relación entre las variables es una recta, es decir  $y_i = a_0 + a_1x_i$ , donde  $a_0, a_1$  son los coeficientes o parámetros. A esta recta se le denomina recta de regresión de "y" sobre "x". Donde se obtiene un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas  $a_0$  y  $a_1$ , Donde  $\bar{x}$  y  $\bar{y}$  son las medias de "x" y "y" respectivamente (p. 470).

$$a_1 = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$a_0 = \bar{y} - a_1 \bar{x}$$



### 2.2.8 Coeficiente de correlación de Pearson

Hernández, Fernández, & Baptista (2006) manifiestan: La correlación de Pearson es una prueba estadística para analizar la relación entre dos variables y nos indica si los puntos tienen una predisposición a alinearse, utiliza como símbolo " $r$ ", donde su ámbito de aplicación se centra en probar hipótesis del tipo correlacional. Por otro lado el coeficiente " $r$ " de Pearson puede variar de -1.00 siendo una correlación negativa perfecta y +1.00 una correlación positiva perfecta (p. 455).

## 2.3 Marco conceptual

### Análisis de Regresión

"Un Análisis de Regresión; se refiere a las asociaciones cuantitativas entre un número de variables" (Canavos, 1998, p. 443).

Al realizar un procedimiento de análisis de una regresión lineal se puede determinar una función matemática, de manera que pueda acomodarse de la mejor forma a la nube de puntos que se pueden obtener gráficamente con las variables en estudio, nos referimos a las propiedades mecánicas del suelo como el límite líquido y la granulometría.

"Una Correlación; expresa el grado o la cercanía de la relación entre las dos variables en términos de un coeficiente de correlación que proporciona una medida indirecta de la variabilidad de los puntos alrededor de la mejor línea de ajuste" (Vargas, 2005, p. 10).

La reciprocidad entre variables además de ser una representación numérica en la que la estadística inferencial ha podido evaluar la relación existente entre dos o más variables, también pondera el grado de dependencia entre una variable dependiente respecto a la independiente, es así que en la presente tesis de investigación definimos parámetros de correlación entre nuestras variables dependientes las cuales son el CHO y la DMS con las variables independientes como son el límite líquido y la granulometría para su utilización en la provincia de Puno con una altitud mayor a 3000 metros sobre el nivel del mar.

### **Límite líquido**

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016) señala: El límite líquido; es el contenido de humedad expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico, designándose como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13mm cuando se deja caer la copa 25 veces (p. 67).

Para obtener el resultado del límite líquido de un suelo el procedimiento se forja con ayuda de la cuchara de Casagrande y con la muestra de suelo obtenido después de haberlo zarandeado por el tamiz número 40, incrementándole agua hasta obtener la condición necesaria, este mismo procedimiento se ejecuta para cada tipo de suelo que se encuentre dentro de la franja granulométrica que indica la EG-2013 para subbase con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar.

### **Análisis granulométrico por tamizado.**

La finalidad de este ensayo de laboratorio consiste en determinar las proporciones de peso en porcentaje de los distintos tamaños de granos de suelo existentes en una muestra, donde se registra la cantidad en peso de cada malla retenida y como resultado del ensayo se indica el porcentaje pasante de cada tamiz, adicionalmente se calcula los coeficientes de uniformidad y curvatura.

Para este procedimiento el juego de tamices estandarizados son la herramienta imprescindible para efectuar este ensayo; cada tamiz es un instrumento compuesto por un marco circular rígido donde éste sujeta una malla estandarizada por un determinado espaciamiento el cual obligatoriamente debe ser uniforme denominado abertura.

Una vez que se tiene la serie de tamices es necesario que éstos deban estar limpios de partículas extrañas, por lo que se recomienda hacer uso de un cepillo con el fin de asegurar el normal tamizado del suelo, para esto el juego de tamices debe estar ordenado empezando de mayor a menor en cuanto a la abertura, una vez cumplidas estas condiciones mínimas recién se procede a iniciar con el ensayo donde el suelo debe pasar por cada uno de los tamices hasta llegar al tamiz N°200 y finalmente a la cazuela.

### **Proctor Modificado**

En mecánica de suelos, el ensayo de compactación Proctor modificado es uno de los más significativos medios de estudio y control de calidad en lo referente a la compactación de un determinado tipo de suelo, sea éste para su uso en presas, carreteras, edificaciones, etc.

A través de este experimento es posible determinar la compactación máxima de un tipo de suelo en relación al grado de humedad.

En la presente investigación se realizaron los respectivos ensayos de Proctor modificado de acuerdo al procedimiento indicado en el manual de ensayo de materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, los resultados de estas pruebas se realizaron teniendo en cuenta en primer lugar que cada tipo de suelo ensayado esté dentro de la franja granulométrica normada por la EG-2013, para su aplicación en altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar; una vez verificada esta condición se procede con el inicio de cada ensayo de un total de veinte y de esta forma se obtuvieron los valores del CHO y la DMS.

### **Contenido de humedad óptima**

Este parámetro se consigue gráficamente después de realizar por lo menos cuatro ensayos proctor, obteniéndose de cada ensayo un punto que representa un porcentaje de humedad el cual va variando para cada punto de una cantidad mínima de cuatro puntos.

### **Densidad máxima seca**

Este parámetro se alcanza en forma gráfica una vez realizado mínimamente cuatro ensayos proctor, obteniéndose de cada ensayo un punto que representa una densidad del suelo compactado a un determinado porcentaje de humedad, este proceso gráfico de obtención de ambos parámetros se concretizan con la elaboración de la curva de compactación la cual debe ser cóncava teniendo como objetivo los valores del pico generada por dicha curva, como se aprecia en la figura 1.

## **2.4 Hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis General**

Existe un grado de correlación mínima del 90% entre las propiedades índice como son la granulometría y el límite líquido con la obtención del CHO y la DMS de un suelo granular compactado para subbase con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar en la provincia de Puno.

### **2.4.2 Hipótesis Específicas**

- a) Se utilizarán regresiones lineales para determinar los valores del CHO y la DMS a través de las propiedades mecánicas del suelo, límite líquido y granulometría para la conformación de subbase con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar en la provincia de Puno.
- b) Existe una correlación mínima del 90% entre el límite líquido y el CHO obtenido en un ensayo Proctor Modificado para la conformación de subbase con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar en la provincia de Puno.
- c) Existe una correlación mínima del 90% entre la granulometría de un suelo granular que esté en una gradación A de la EG-2013 con la DMS en estado compacto obtenido a través del ensayo Proctor modificado para la conformación de subbase con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar en la provincia de Puno.



## **2.5 Variables e indicadores**

### **2.5.1 Conceptualización de variables**

El presente estudio es del tipo correlacional de forma que se verifica el grado de correlación es decir el grado de reciprocidad, dependencia o subordinación existente entre las variables independientes y dependientes respectivamente, de esta forma se puede inspeccionar la variación de las variables dependientes; por lo que a continuación se mencionan las siguientes variables:

#### **2.5.1.1 Variables Independientes**

- Corrección de la granulometría
- Límite líquido

#### **2.5.1.2 Variables Dependientes**

- Contenido de humedad óptima (CHO)
- Densidad máxima seca (DMS)

## **2.6 Operacionalización de variables**

Hipótesis: Existe un grado de correlación mínima del 90% entre las propiedades índice como son la granulometría y el límite líquido con la obtención del CHO y la DMS de un suelo granular compactado para subbase con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar en la provincia de Puno.

**Tabla 3:** Se muestra la operacionalización de variables

VARIABLE	INDICADOR	MEDICION	RANGO DE VARIABILIDAD
<u>Variable Independiente</u>			
Granulometría	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tamaño de partículas</li> <li>Peso de muestra</li> <li>Tipo de suelo</li> <li>Porcentaje por tamiz</li> </ul>	Análisis Granulométrico por tamizado ASTM D 422	<ul style="list-style-type: none"> <li>Máximo hasta 3/4"</li> <li>De 3 kg a 4 kg</li> <li>Suelos Granulares</li> <li>Según peso retenido</li> </ul>
Límite líquido	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cantidad de humedad</li> <li>Suelos finos</li> <li>Consistencia del suelo</li> <li>Porcentaje de humedad</li> </ul>	Ensayo de Límite líquido ASTM D 4318	<ul style="list-style-type: none"> <li>De acuerdo al tipo de suelo</li> <li>Pasante del tamiz N°40</li> <li>De acuerdo a su constitución</li> <li>Hasta que llegue al límite líquido</li> </ul>
<u>Variable Dependiente</u>			
Cho	<ul style="list-style-type: none"> <li>Porcentaje ideal de humedad</li> </ul>	Ensayo Proctor Modificado ASTM D 1557	<ul style="list-style-type: none"> <li>Variación de 1% a la humedad óptima</li> </ul>
Dms	<ul style="list-style-type: none"> <li>Máxima compactación del suelo</li> </ul>	Ensayo Proctor Modificado ASTM D 1557	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grado de compactación de 95% - 100%</li> </ul>

**Fuente:** *Elaboración propia.*

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Método aplicado en la investigación

Teniendo en consideración que la finalidad de la presente tesis es investigar los grados de relación existentes entre las variables de estudio y así poder determinar un patrón que pueda ser utilizado con fines predictivos, los métodos a utilizar son tanto el experimental como el deductivo.

El método experimental es utilizado ya que en laboratorio se procedió a corregir la gradación del suelo estudiado conforme indica las especificaciones granulométricas de la EG-2013 para suelos granulares con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar y recién se procede a comenzar con los rigurosos ensayos de laboratorio teniendo presente la obtención de las variables de estudio, de la misma forma se utiliza el método deductivo porque nos ayudará a encontrar elementos desconocidos, a partir de otros valores conocidos siendo además una investigación cuantitativa la cual involucra una serie de datos medibles como lo son los resultados obtenidos en laboratorio de los porcentajes de suelos que pasa por cada tamiz y el límite líquido para cada muestra y/o ensayo respectivo.

De lo descrito anteriormente la presente investigación tiene como objetivo encontrar relación y grado de dependencia de una forma experimental entre variables como el CHO con el límite líquido y la DMS con la granulometría a través de regresiones lineales y por lo tanto se utilizan modelos matemáticos con fines predictivos lo cual involucra un método de investigación deductivo.

### **3.2 Tipo de investigación**

En la presente investigación se ha tomado el enfoque cuantitativo ya que los datos obtenidos son netamente numéricos (resultados) de los ensayos de laboratorio realizados, así mismo esta recolección de datos se realizó basado en instrumentos estandarizados y normados como son: el ensayo de análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422); el ensayo de límite líquido (ASTM D 4318) y el ensayo de Proctor modificado (ASTM D 1557), por otro lado los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente llegando a verificar el grado de correlación existente entre las variables de estudio mostrándose dichos resultados en tablas, diagramas, imágenes y modelos matemáticos obtenidos con ayuda del software estadístico SPSS los cuales se detallan en el capítulo IV de resultados.

### **3.3 Diseño de investigación**

“El diseño constituirá el plan o la estrategia para confirmar si es o no cierto, ese plan incluirá procedimientos y actividades tendientes a encontrar la respuesta a la pregunta de investigación” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006, p. 158).

El método empleado en el presente proyecto de investigación es del tipo experimental, porque en el desarrollo de la misma se realizaron ensayos de laboratorio como análisis granulométrico por tamizado y límite líquido con la cuchara de casagrande como variables independientes y de la misma forma el ensayo Proctor modificado como variable dependiente; con estos resultados se verifica el grado de correlación existente entre variables, donde se comprueba que al realizar modificaciones a las variables independientes éstas también inciden directamente los resultados de las variables dependientes.

El método descriptivo se utilizó para el desarrollo de la tesis en si y finalmente fue necesario y de mucha ayuda la estadística para la prueba de hipótesis de acuerdo a los resultados obtenidos producto de la investigación.

### **3.4 Población y muestra**

#### **3.4.1 Población**

“Se denomina población o universo al conjunto de elementos o sujetos que serán motivo de estudio. Dado que un estudio resultaría muy costoso y extenso tenemos que utilizar la estadística para seleccionar una fracción de la población” (Borja, 2012, p. 30).

La población de estudio fue delimitada para suelos utilizados en la conformación de subbase en la provincia de Puno, además estos suelos deben estar en los parámetros que indica una gradación “A” para conformación de subbase con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar según la EG-2013, sin embargo, no todas las canteras representativas de la provincia de



Puno cumplen con esta condición en cuanto a la gradación "A", por lo que se realizó la corrección de la granulometría en los suelos de estudio y de esta manera poder garantizar las condiciones que reglamenta nuestra norma vigente.

Por otro lado, revisando la gradación "A" de la EG-2013 y según sus especificaciones existe el mayor número de posibles curvas en el tamiz 3/8" con un total de 35 posibles tipos de gradaciones. Por lo que el tamaño del universo será  $N = 35$ .

### 3.4.2 Muestra

Para el cálculo de la muestra teniendo una población finita se aplica la siguiente fórmula:

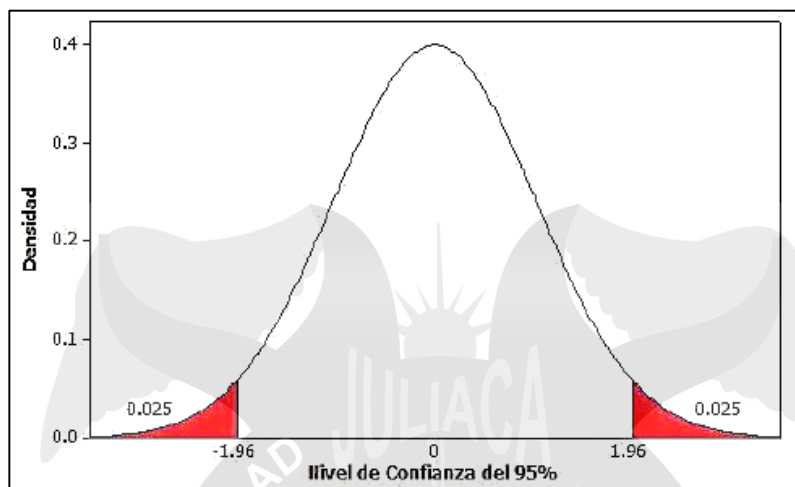
$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + (Z^2 * p * q)}$$

Donde:

- $Z$  = Nivel de confianza, generalmente 95%
- $p$  = Probabilidad a favor
- $q$  = Probabilidad en contra
- $N$  = Tamaño del universo
- $e$  = Error de estimación
- $n$  = Tamaño de la muestra

Para el cálculo de la muestra se utilizó un nivel de confianza del 95%, cuyo valor tabular es  $Z=1.96$

**Figura 8:** Gráfico de distribución (Z) al 95% de confianza



**Fuente:** Autoría Propia

Habiéndose obtenido un universo  $N = 35$  y reemplazando en la fórmula para determinar el número de muestra tenemos:

$$n = \frac{1.96^2 * 35 * 0.5 * 0.5}{0.15^2 * (35 - 1) + (1.96^2 * 0.5 * 0.5)} = 20$$

Por lo tanto nuestro tamaño de muestra para la presente investigación es de 20 ensayos de laboratorio, por lo cual se realizó 20 ensayos de límite líquido, 20 ensayos de análisis granulométrico por tamizado y 20 ensayo de Proctor Modificado.

### 3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Los suelos materia de estudio deben ser verificados en cuanto a su composición granulométrica antes de someterlos a los diferentes ensayos de laboratorio como parte de la estructura del pavimento.

Para este propósito se tendrá en cuenta las siguientes normas y manuales:

- Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones
- Especificación General para la Construcción de Carreteras EG-2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

### **3.5.1 Técnicas de la investigación**

- Ensayos de límites de consistencia (ASTM D 4318)
- Ensayos de granulometría (ASTM D 422)
- Ensayos de Proctor modificado (ASTM D 1557)

### **3.5.2 Instrumentos de la investigación**

- Cuchara de casa grande (ensayo de límite líquido ASTM D4318)
- Tamices (ensayo de granulometría ASTM D 422)
- Molde y martillo Proctor ( ensayo de proctor modificado ASTM D 1557).

## **3.6 Validez y confiabilidad del instrumento de investigación**

### **3.6.1 Validación y confiabilidad de los instrumentos**

Teniendo en cuenta que los instrumentos de investigación son herramientas operativas que tienen la finalidad de recolectar datos, así mismo la validación de un instrumento es constante y exige que esté basado sobre principios normados y demostrados como lo son los ensayos de laboratorio, los cuales ya han sido comprobados, normados y aceptados para su utilización en nuestra sociedad, nos referimos a los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos como: los

ensayos de límites de consistencia (ASTM D 4318); los ensayos de análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422) y finalmente los ensayos de Proctor modificado (ASTM D 1557)

### **3.7 Diseño de la estrategia para la prueba de hipótesis**

Para esta prueba utilizaremos un análisis paramétrico, puesto que teniendo en consideración que nuestra investigación es del tipo experimental correlacional donde se evaluó y verificó la correlación existente entre la granulometría y la DMS así como la dependencia existente entre el límite líquido y el CHO, por lo tanto utilizaremos el Coeficiente de correlación de Pearson, ya que esta prueba estadística paramétrica es usado para probar hipótesis de forma correlacional.

“Así mismo la interpretación del coeficiente “r” de Pearson puede variar de -1.00 a +1.00, donde: los valores de 1.00 y 0.90 corresponden a una correlación perfecta y una correlación muy fuerte respectivamente” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006, p. 305).

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1 Presentación, análisis e interpretación de los datos**

En el presente capítulo se explica los trabajos realizados para la obtención de los datos, el análisis de los resultados y finalmente la interpretación de los mismos teniendo en cuenta que la presente investigación se elaboró en forma experimental en el laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfalto de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, así mismo se anexan a la presente todos los certificados de los ensayos realizados con los que se obtuvieron los datos con los cuales se sustenta esta tesis.

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad la obtención de los valores numéricos del CHO y la DMS (ambos valores numéricos se obtienen al realizar el ensayo Proctor modificado) a partir de los ensayos de granulometría y límite líquido, para subbase con altitudes mayores a 3000 msnm en la provincia de Puno, por lo cual realizando una revisión de la bibliografía referente al ensayo Proctor el cual nos da los parámetros de CHO y DMS, revisando también el Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Contrucción (EG-2013) el cual es de carácter normativo en nuestro país donde nos indica ciertos requisitos



que debe cumplir un tipo de suelo en cuanto a su granulometría para ser usado en la conformación de subbase con altitudes mayores a 3000 msnm.

A continuación se muestra en la tabla N°4 los diferentes tipos de gradaciones que deben cumplir los suelos para ser usados en una subbase de acuerdo a la EG-2013, resaltándose que para suelos con altitudes mayores a 3000 msnm obligatoriamente debe utilizarse la gradación tipo A.

**Tabla 4:** Requerimientos Granulométricos para Subbase granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm. (2")	100	100	-	-
25 mm. (1")	-	75-95	100	100
9,5 mm. ( $\frac{3}{8}$ ")	30-65	40-75	50-85	60-100
4,75 mm. (N.º 4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2,0 mm. (N.º 10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 µm. (N.º 40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 µm. (N.º 200)	2-8	5-15	5-15	8-15
(1) La curva de Gradación "A" deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 msnm.				

**Fuente:** *Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para construcción"- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013, pág 360.*

Teniendo como referencia las especificaciones máximas y mínimas en cuanto a la granulometría indicada por la EG-2013, lo primero que se realizó fue la búsqueda de canteras que tengan la granulometría requerida y que estén siendo explotadas en la provincia de Puno, de lo cual se encontró algunas canteras actualmente explotadas sin embargo, éstas no cumplen con la

granulometría requerida, por lo que siendo un proyecto del tipo experimental se procedió a extraer suelos de dichas canteras, llevarlas al laboratorio y una vez ahí se inició con el proceso de zarandeo de material por cada tamiz de la serie de tamices que se muestra en la tabla 5.

**Tabla 5:** Serie de tamices de malla cuadrada

TAMICES ASTM	ABERTURA mm
2"	50.600
1 1/2"	38.100
1"	25.400
3/4"	19.050
1/2"	12.700
3/8"	9.525
1/4"	6.350
No4	4.760
No8	2.380
No10	2.000
No20	0.840
No40	0.420
No60	0.250
No80	0.180
No100	0.149
No200	0.074

**Fuente:** *Manual de ensayo de materiales - Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013, pág 44.*

En la figura 9 se aprecia el zarandeo de suelo para cada tamiz que indica la tabla 5, obteniéndose un total de 16 recipientes de suelo tamizado, de esta forma se consiguió la separación de cada tamaño de partícula de acuerdo a la serie de tamices que indica el manual de ensayos de materiales para la correcta elaboración del ensayo análisis granulométrico por tamizado y de esta manera

poder garantizar la franja granulométrica que debe cumplir un determinado suelo para ser utilizado en la conformación de una sub base de pavimento.

**Figura 9:** Zarandeo de suelos para cada tamiz



**Fuente:** Autoria propia

Como se mencionó anteriormente nuestro objetivo es obtener valores numéricos del CHO y la DMS a partir de los ensayos de granulometría y límite líquido, por lo que se inició con el procedimiento experimental M-01, para el cual debe realizarse los tres ensayos de laboratorio (análisis granulométrico por tamizado, límite líquido y Proctor modificado) con el mismo suelo que ya tuvo previamente la corrección de su gradación de acuerdo a las especificaciones de la EG-2013.

PRIMERO: Para el ensayo de granulometría de la muestra M-01, el cual debe cumplir los requerimientos para subbase granular de la tabla 4, se utilizó la tabla 6 el cual consiste en realizar en forma retroactiva los porcentajes que pasan de

cada tamiz hasta llegar al peso retenido, por lo cual teniendo las especificaciones de la EG-2013, se colocó valores que estén dentro de dicha especificación obteniéndose los valores de peso retenido en cada tamiz, una vez calculado estos pesos retenidos se procedió a extraer de cada recipiente el peso necesario y así obtener una combinación de diferentes tamaños de partículas, con la garantía de que esta nueva combinación de suelo se encuentre dentro de la franja granulométrica indicada por la EG-2013, y finalmente se procedió a realizar el ensayo de análisis granulométrico por tamizado, como se observa en la figura 10.

Dicho de otra manera se realizó una corrección de la granulometría de la muestra M-01 para cada tamiz de tal forma que esta nueva gradación esté dentro de las especificaciones indicadas en la EG-2013, para un mayor detalle se muestra en la figura 11 la franja granulométrica para subbase donde se observa que la muestra M-01 la cual fue reajustada y se encuentra dentro de los intervalos requeridos.

**Figura 10:** Elaboración del ensayo de análisis granulométrico por tamizado



**Fuente:** *Elaboración propia*

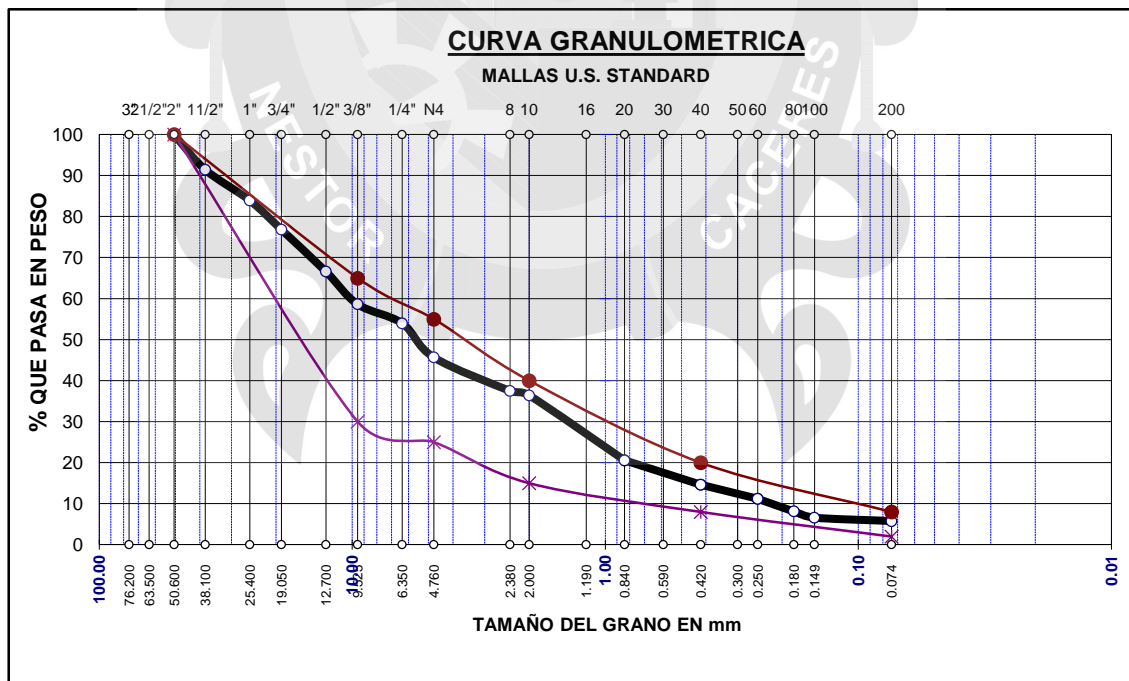


**Tabla 6:** Procedimiento para obtener el pasante de cada tamiz

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100
1 1/2"	38.100	284.29	8.55	8.55	91.45	
1"	25.400	249.37	7.50	16.05	83.95	
3/4"	19.050	236.41	7.11	23.16	76.84	
1/2"	12.700	340.81	10.25	33.41	66.59	
3/8"	9.525	264.34	7.95	41.36	58.64	30 65
1/4"	6.350	154.61	4.65	46.01	53.99	
No4	4.760	276.64	8.32	54.33	45.67	25 55
No8	2.380	271.32	8.16	62.49	37.51	
No10	2.000	36.24	1.09	63.58	36.42	15 40
No20	0.840	526.35	15.83	79.41	20.59	
No40	0.420	198.17	5.96	85.37	14.63	8 20
No60	0.250	114.05	3.43	88.80	11.20	
No80	0.180	102.41	3.08	91.88	8.12	
No100	0.149	50.87	1.53	93.41	6.59	
No200	0.074	27.27	0.82	94.23	5.77	2 8
BASE		191.85	5.77	100.00	0.00	
TOTAL		3325.00	100.00			

Fuente: *Elaboración propia*

**Figura 11:** Curva granulométrica de la muestra M-01



Fuente: *Elaboración propia*



SEGUNDO: De la granulometría de la muestra M-01 se puede verificar que el porcentaje que pasa el tamiz N°40 es de 14.63%, por lo que para realizar el ensayo de límite líquido para la muestra M-01 se tomó los datos de los pesos retenidos de los tamices:

- ✓ N°60 con un peso retenido de 114.05 gramos
- ✓ N°80 con un peso retenido de 102.41 gramos
- ✓ N°100 con un peso retenido de 50.87 gramos
- ✓ N°200 con un peso retenido de 27.27 gramos
- ✓ Base con un peso retenido de 191.85 gramos

Como indica el manual de ensayo de materiales para el ensayo de límite líquido se debe realizar con el material pasante del tamiz N°40, fue por ello que se tomó los pesos retenidos de los tamices N°60, N°80, N°100, N°200 y la Base de la granulometría M-01, con lo cual se garantiza que el valor numérico del límite líquido que se obtenga será de la muestra M-01 corregida de acuerdo a las especificaciones normadas por la EG-2013 para subbase granulares con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar.

Con esta nueva combinación se procedió a realizar el ensayo de límite líquido tal como indica el Manual de ensayos de materiales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, como se observa en la figura N°12.

**Figura 12:** Elaboración del ensayo de límite líquido



**Fuente:** Autoría propia

TERCERO: Para el ensayo Proctor Modificado como indica el manual de ensayos de laboratorio se debe tener 6000 gramos para cada punto (para el gráfico se necesita como mínimo cuatro puntos) el cual comprende realizar una compactación en 05 capas a 56 golpes por cada capa y considerando que según la granulometría se debe utilizar el método C, en el cual el material a utilizar debe ser pasante del tamiz 3/4", por otro lado como ya se obtuvo la granulometría para la muestra M-01, el cual está dentro de la especificación de la EG-2013 y teniendo los porcentajes pasantes en el ensayo de granulometría se extrajo material de los 16 recipientes: 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4" N°04, N°08, N°10, N°20, N°40, N°60, N°80, N°100, N°200 y la Base (cada uno de diferente tamaño de abertura) para 8000 gramos como se aprecia en la tabla 7, donde se muestra los pesos retenidos de cada tamiz los cuales suman los 8000 gramos, considerando que se utilizará el método "C" donde el material a utilizar es aquel

pasante del tamiz 3/4" por lo que sólo se utilizó los pesos retenidos desde el tamiz 1/2" hasta el peso retenido en la Base, esto se aprecia en la figura 13.

**Tabla 7:** Peso retenido por cada tamiz

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100
1 1/2"	38.100	684.00	8.55	8.55	91.45	
1"	25.400	600.00	7.50	16.05	83.95	
3/4"	19.050	568.80	7.11	23.16	76.84	
1/2"	12.700	820.00	10.25	33.41	66.59	
3/8"	9.525	636.00	7.95	41.36	58.64	30 65
1/4"	6.350	372.00	4.65	46.01	53.99	
No4	4.760	665.60	8.32	54.33	45.67	25 55
No8	2.380	652.80	8.16	62.49	37.51	
No10	2.000	87.20	1.09	63.58	36.42	15 40
No20	0.840	1266.40	15.83	79.41	20.59	
No40	0.420	476.80	5.96	85.37	14.63	8 20
No60	0.250	274.40	3.43	88.80	11.20	
No80	0.180	246.40	3.08	91.88	8.12	
No100	0.149	122.40	1.53	93.41	6.59	
No200	0.074	65.60	0.82	94.23	5.77	2 8
BASE		461.60	5.77	100.00	0.00	
TOTAL		8000.00	100.00			

**Fuente:** Autoria propia

**Figura 13:** Peso de la muestra para el ensayo de Proctor modificado



**Fuente:** Autoria propia

Una vez obtenido los pesos retenidos de cada tamiz necesario recién es factible iniciar con el ensayo Proctor modificado con el cual se garantiza que se tiene la misma granulometría de la muestra M-01 y por lo tanto está dentro de las especificaciones de la EG-2013.

En la figura N°13 podemos observar los diferentes tamaños de partículas que en total suman el peso de 6005 gramos, con el cual recién se procedió a realizar el ensayo proctor modificado como se muestra en la figura N°14.

**Figura 14:** Elaboración del ensayo Proctor modificado



**Fuente:** *Autoria propia*

De los puntos antes mencionados los cuales se realizaron para la muestra experimental M-01 es sólo una de las muestras de un total de 20 experimentos los cuales se ejecutaron en las instalaciones del laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfalto de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.



Una vez culminado todos los ensayos de las 20 muestras se registraron los resultados necesarios para la presente investigación en la tabla 8, así mismo cada ensayo obtenido del total de muestras se adjuntan a la presente investigación en el capítulo de anexos, en la tabla 8 se muestra un resumen de los datos que necesitaremos para posteriormente utilizarlos y determinar el grado de relación existente respecto a las variables de estudio, como es el caso de la granulometría con la DMS y de la misma forma el límite líquido con el CHO.

**Tabla 8:** Resumen de resultados obtenidos en laboratorio.

MUESTRA EXPERIM.	Porcentaje que pasa				LL(%)	PROCTOR MOD.		TIPO SUELO
	3/8"	Nº4	Nº40	Nº200		DMS	CHO	
M-1	58.64	45.67	14.63	5.77	19.38	2.158	8.60	GW
M-2	44.96	39.25	15.03	5.51	18.15	2.149	8.15	GW
M-3	49.63	36.14	13.27	4.59	16.96	2.160	7.60	GP
M-4	37.15	28.61	11.59	3.72	16.17	2.177	7.25	GP
M-5	64.20	54.64	19.49	7.12	20.25	2.129	8.75	GW
M-6	55.62	47.96	16.24	5.97	19.17	2.139	8.00	GW
M-7	53.87	34.75	9.57	4.05	15.06	2.177	6.60	GW
M-8	63.85	54.21	18.59	6.98	19.94	2.128	8.60	GW
M-9	50.03	31.13	8.29	3.21	14.57	2.193	6.00	GW
M-10	62.79	51.15	17.72	6.13	19.68	2.138	8.65	GW
M-11	53.14	49.11	15.37	6.44	18.81	2.139	8.00	GW
M-12	62.78	51.42	14.23	5.56	17.66	2.151	7.80	GW
M-13	35.42	27.64	9.12	3.15	14.81	2.186	6.60	GW
M-14	57.47	43.25	15.88	5.69	18.99	2.148	8.60	GW
M-15	59.26	35.24	10.52	4.12	15.74	2.165	7.05	GP
M-16	39.54	29.99	12.78	5.21	16.60	2.163	7.10	GW
M-17	54.62	40.23	14.11	6.03	17.95	2.149	7.55	GW
M-18	48.26	37.66	12.77	4.57	17.37	2.168	7.40	GP
M-19	52.74	45.31	13.77	6.41	16.72	2.148	7.50	GW
M-20	36.14	27.81	11.37	4.18	15.93	2.172	6.60	GP

**Fuente:** Autoría propia

Para el análisis de los resultados, aplicaremos el software estadístico IBM SPSS Statistics 23, sin embargo el primer paso será realizar un gráfico de

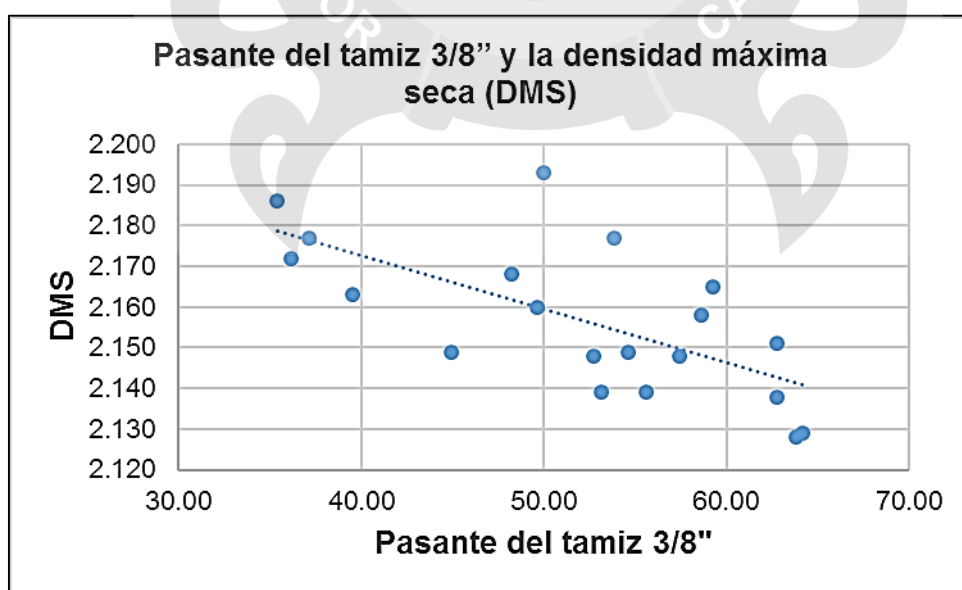


dispersión con la finalidad de apreciar visualmente la relación existente entre las variables de estudio, así mismo el diagrama de dispersión o nube de puntos también nos ayuda a obtener la tendencia existente entre las variables y así poder identificar el tipo de correlación, para esto se tomarán los datos obtenidos en laboratorio de la tabla 8.

Partiendo del supuesto en que la granulometría esta relacionada a la obtención de la DMS, a continuación se verifica gráficamente la dispersión de las variables con la ayuda del software Microsoft Excel 2016, las siguientes variables:

- a) Pasante del tamiz 3/8" y la DMS
- b) Pasante del tamiz N°04 y la DMS
- c) Pasante del tamiz N°40 y la DMS
- d) Pasante del tamiz N°200 y la DMS

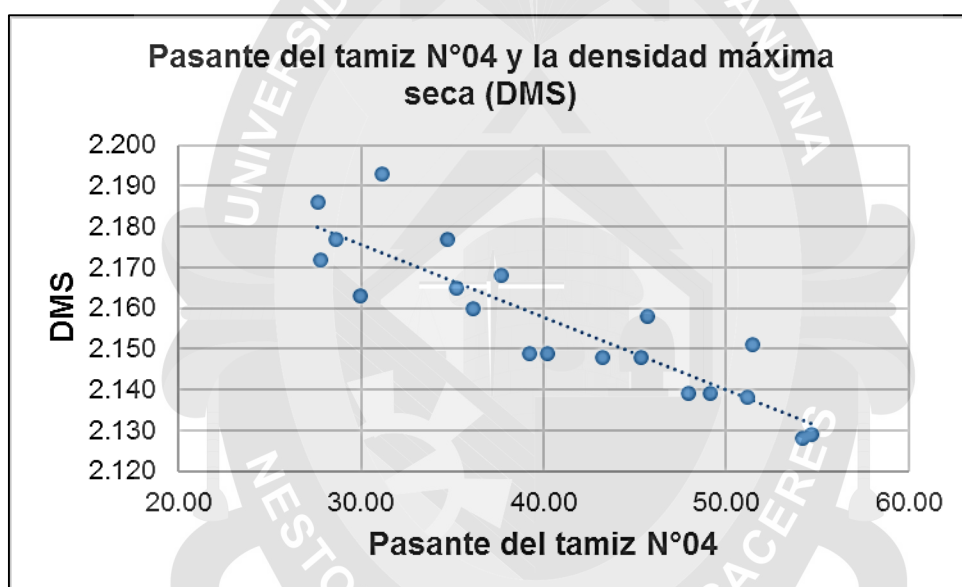
**Figura 15:** Gráfico de dispersión entre las variables pasante del tamiz 3/8" y la DMS



**Fuente:** Autoría propia, 2018.

De acuerdo a la figura 15 se observa que entre las variables pasante del tamiz 3/8" y la DMS no existe una tendencia lineal, por lo que esta variable no representa una correlación significativa, así mismo en la figura 16 con respecto a las variables pasante del tamiz N°4 y la DMS se observa que la nube de puntos se acerca a una tendencia lineal, el cual podría tener una grado mayor de correlación.

**Figura 16:** Gráfico de dispersión entre las variables pasante del tamiz N°04 y la DMS

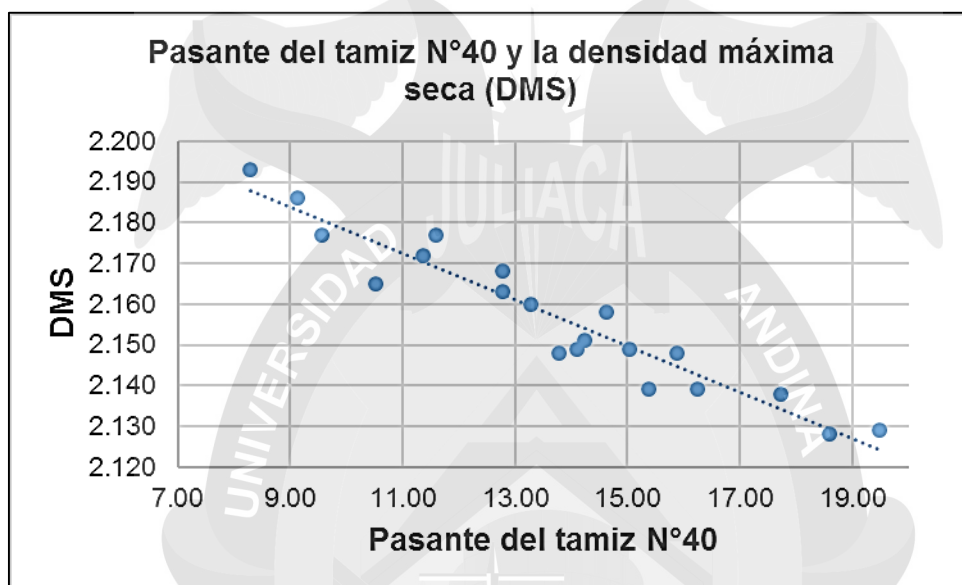


**Fuente:** Autoría propia, 2018.

En las figuras 17 y 18 respecto a las variables pasante del tamiz N°40, pasante del tamiz N°200 y la DMS se observa que la nube de puntos tienen un mayor acercamiento lineal por lo que la relación entre variables es de mayor grado, por lo cual éstas variables serán utilizadas en el software estadístico IBM SPSS Statistics 23 con el cual se determinará el grado de correlación, los coeficientes y por ende la ecuación que generalizará a la población de estudio

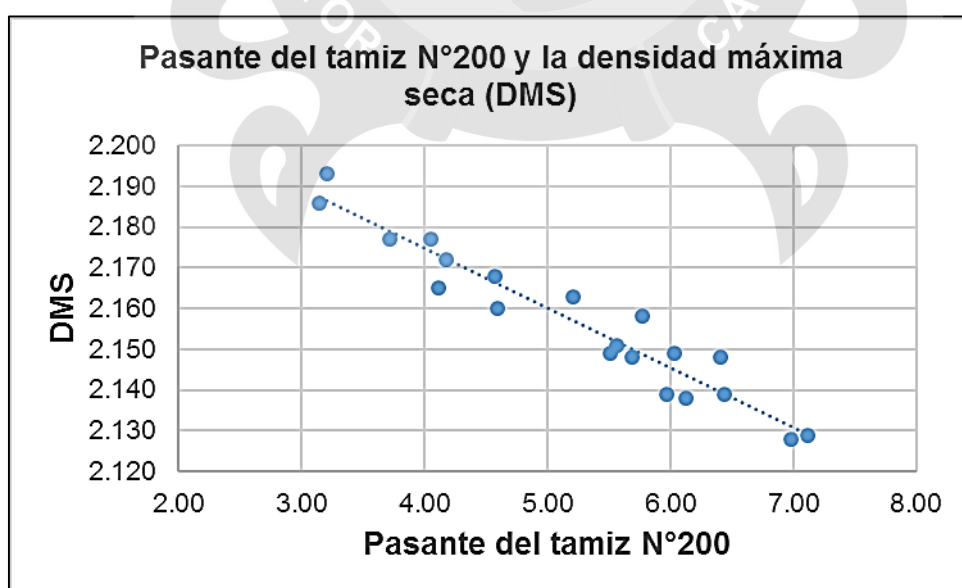
para la obtención de la DMS a partir de los porcentajes pasantes de los tamices N°40 y N°200.

**Figura 17:** Gráfico de dispersión entre las variables pasante del tamíz N°40 y la DMS



**Fuente:** Autoría propia, 2018.

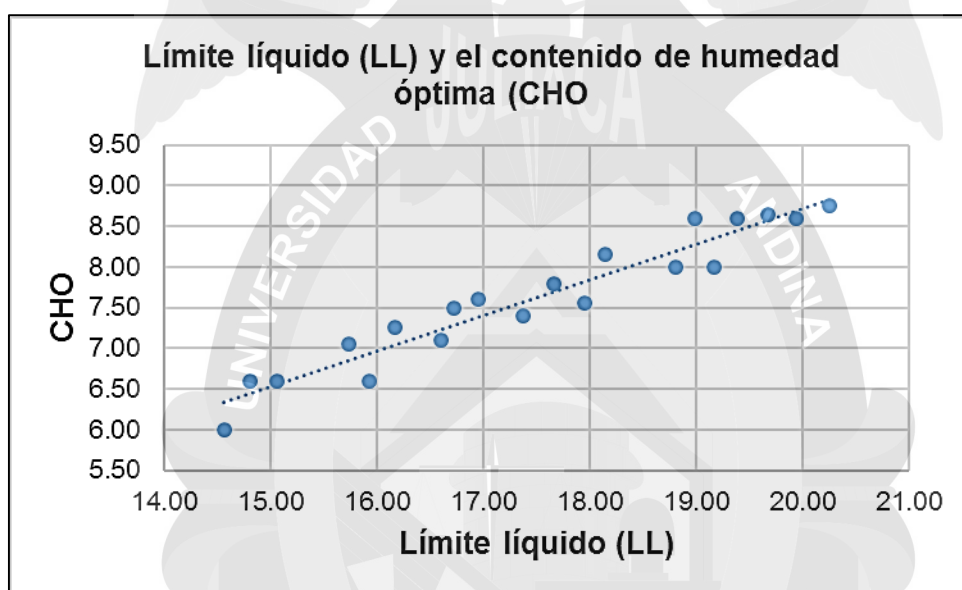
**Figura 18:** Gráfico de dispersión entre las variables pasante del tamíz N°200 y la DMS



**Fuente:** Autoría propia, 2018.

Precedentemente se analizó gráficamente la dependencia entre variables relacionadas con la granulometría y la DMS, ahora procedemos a verificar la dispersión en la nube de puntos partiendo del supuesto en que la variable límite líquido está relacionada al CHO.

**Figura 19:** Gráfico de dispersión entre las límite líquido y el CHO.



**Fuente:** Autoría propia, 2018.

En la figura 19 respecto a las variables límite líquido y el CHO se observa que la nube de puntos tienen un mayor acercamiento lineal por lo que la relación entre variables es significativa, así mismo con el uso del software estadístico IBM SPSS Statistics 23 se procederá a determinar el grado de correlación entre variables, los coeficientes de la recta de regresión y por ende la ecuación que generalizará a la población de estudio para la obtención del CHO a partir del ensayo de límite líquido.

#### 4.1.1 Análisis de la regresión lineal en SPSS

Anteriormente se visualizó la relación existente entre variables de una forma gráfica con lo cual se pudo apreciar que el grado de correlación existente en algunos casos son de mayor importancia que otros, por lo que a continuación procedemos a utilizar el software estadístico IBM SPSS Statistics 23, para los siguientes casos que reflejan una mayor grado de correlación entre variables:

Para el cálculo de la DMS en relación a la granulometría:

A) Pasante del tamiz N°40 y la DMS

Para el cálculo del CHO en relación al límite líquido:

B) Límite líquido y el CHO

#### Modelo I: Pasante del tamiz N°40 y la DMS

Una vez ingresado los valores de la tabla 8 teniendo en cuenta que la variable dependiente es la DMS mientras que la independiente es el pasante del tamiz N°40, en el software estadístico IBM SPSS Statistics 23, nos muestra los siguientes resultados:

**Tabla 9:** Resultados de estadística descriptiva para las variables pasante del tamiz N°40 y la DMS

	Media	Desviación estándar	N
Densidad_máxima_seca	2.15685	.018285	20
Porcentaje_pasa_tamizN40	13.7170	3.07676	20

**Fuente:** Elaboración propia utilizando el software SPSS, 2018.



En seguida se observa en la tabla 10, los valores de correlación de Pearson donde se observa el valor negativo de -0.956, por lo que esto nos indica que existe una correlación negativa muy fuerte, así mismo se observa el valor de N=20 cual nos indica la cantidad de datos ingresados.

**Tabla 10:** Correlación de Pearson entre las variables pasante del tamíz N°40 y la DMS

		Densidad_máxima_seca	Porcentaje_pasaja_tamizN40
Correlación de Pearson	Densidad_máxima_seca	1,000	-,956
	Porcentaje_pasaja_tamizN40	-,956	1,000
Sig. (unilateral)	Densidad_máxima_seca	.	,000
	Porcentaje_pasaja_tamizN40	,000	.
N	Densidad_máxima_seca	20	20
	Porcentaje_pasaja_tamizN40	20	20

**Fuente:** Elaboración propia utilizando el software SPSS, 2018.

En la tabla 11 se observa el resumen del modelo I, donde el valor de correlación de pearson (r) es de 0.956, mientras que el coeficiente de determinación (R cuadrado) es de 0.915

**Tabla 11:** Resumen del modelo I siendo la variable dependiente la DMS

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,956 <sup>a</sup>	,915	,910	.005489

**Fuente:** Elaboración propia utilizando el software SPSS, 2018.

**Tabla 12:** Coeficientes obtenidos para el modelo I

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	2,235	,006		388,870	,000
	Porcentaje_pasa_tamizN40	-,006	,000	-,956	-13,886	,000

a. Variable dependiente: Densidad\_máxima\_seca

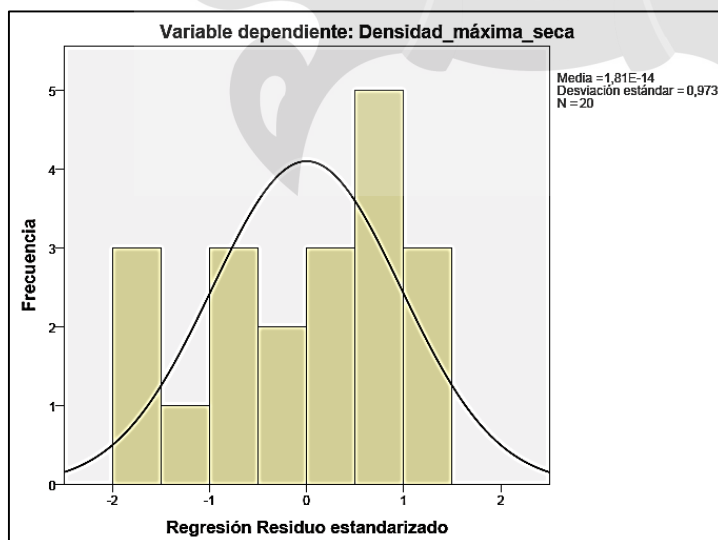
**Fuente:** Elaboración propia utilizando el software SPSS, 2018.

En la tabla 12 se muestran los coeficientes de la recta de regresión para el modelo I, donde se tiene la siguiente ecuación:

$$\text{DMS} = 2.235 - 0.006 * (\text{Pasante del tamiz N}^\circ 40)$$

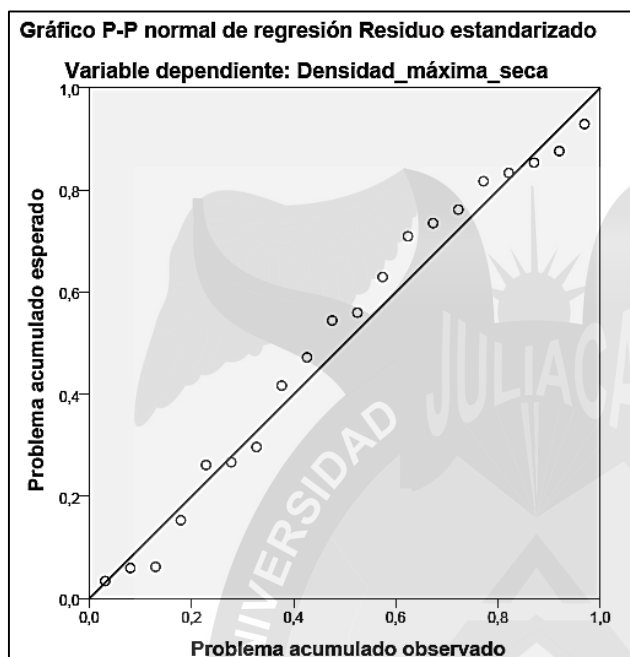
Cabe señalar que el coeficiente no tipificado correspondiente a la variable Pasante del tamiz N°40 es -0.006, el cual es el cambio medio que disminuye la DMS por cada unidad de cambio al pasante del tamiz N°40.

**Figura 20:** Histograma para el modelo I, siendo la variable dependiente la DMS



**Fuente:** Elaboración propia utilizando el software SPSS, 2018.

**Figura 21:** Gráfico de tendencia lineal para el modelo I, siendo la variable dependiente la DMS



**Fuente:** *Elaboración propia utilizando el software SPSS, 2018.*

Habiéndose encontrado la ecuación para calcular la DMS en función del pasante del tamiz N°40, el cual pertenece al modelo I, complementariamente en las figuras 20 y 21 se observan el histograma de residuos y el gráfico de regresión lineal.

### Modelo II: Límite líquido y el CHO

De forma similar al modelo I, se ingresan valores de la tabla 8 teniendo en cuenta que la variable dependiente es el CHO mientras que la variable independiente es el límite líquido en el software estadístico IBM SPSS Statistics 23, el cual nos muestra los siguientes resultados:

**Tabla 13:** Resultados de estadística descriptiva para la variables CHO y límite líquido.

	Media	Desviación estándar	N
Contenido_humedad_óptima	7.6200	.80678	20
Límite_líquido	17.4955	1.77721	20

**Fuente:** Elaboración propia utilizando el software SPSS, 2018.

En la tabla 13 se observa los resultados de estadística descriptiva como: la media, la desviación estándar y el numero de datos. En seguida se observa en la tabla 14, los valores de correlación de Pearson donde se observa el valor de 0.962, por lo que esto nos indica que existe una correlación positiva muy fuerte, así mismo se observa el valor de N=20 el cual nos indica la cantidad de datos ingresados.

**Tabla 14:** Correlación de Pearson entre las variables límite líquido y el CHO.

		Contenido_humedad_óptima	Límite_líquido
Correlación de Pearson	Contenido_humedad_óptima	1,000	,962
	Límite_líquido	,962	1,000
Sig. (unilateral)	Contenido_humedad_óptima	.	,000
	Límite_líquido	,000	.
N	Contenido_humedad_óptima	20	20
	Límite_líquido	20	20

**Fuente:** Elaboración propia utilizando el software SPSS, 2018.

En la tabla 15 se observa el resumen del modelo II, donde el valor de la correlación de pearson (r) es de 0.962, mientras que el coeficiente de determinación (R cuadrado) es de 0.925

**Tabla 15:** Resumen del modelo II siendo la variable dependiente el CHO

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
2	,962 <sup>a</sup>	,925	,921	.22735

**Fuente:** *Elaboración propia utilizando el software SPSS, 2018.*

**Tabla 16:** Coeficientes obtenidos para el modelo II

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	-,018	,516		-,034	,973
	Límite_líquido	,437	,029	,962	14,875	,000

a. Variable dependiente: Contenido\_humedad\_óptima

**Fuente:** *Elaboración propia utilizando el software SPSS, 2018.*

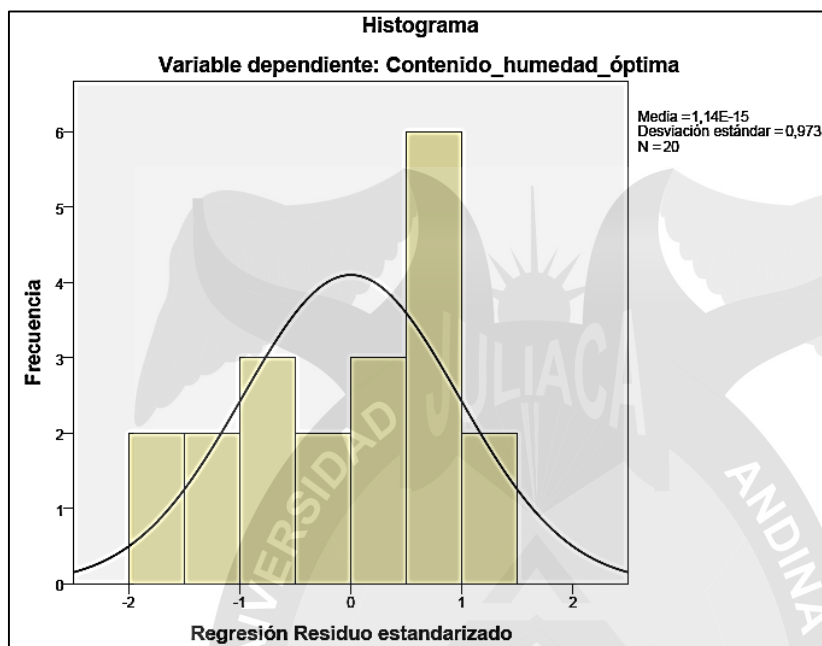
En la tabla 16 se muestran los coeficientes de la recta de regresión para el modelo II, con los cuales se obtiene la siguiente ecuación:

$$\text{CHO} = -0.018 + 0.437 * (\text{Límite líquido})$$

Cabe señalar que el coeficiente no tipificado correspondiente a la variable límite líquido el cual es 0.437, el cual es el cambio medio que incrementa el CHO por cada unidad de cambio del límite líquido.

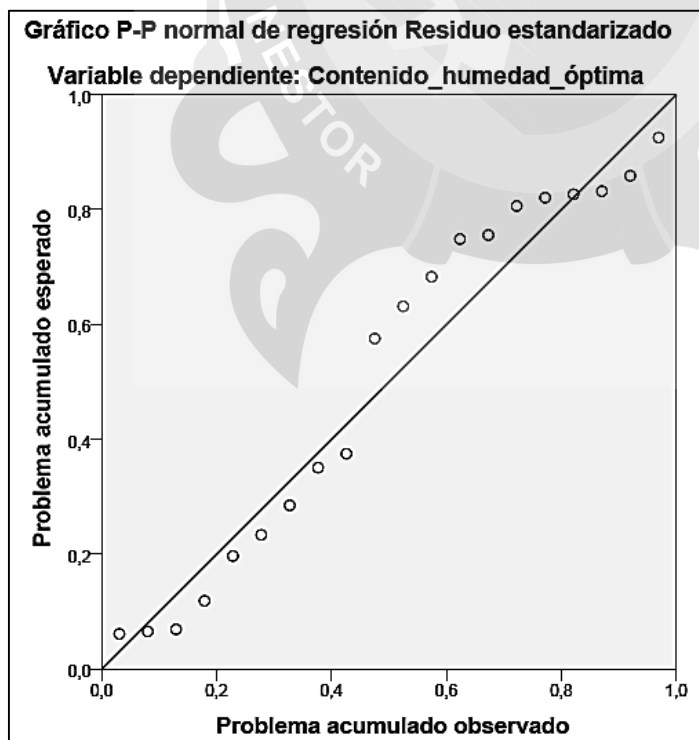


**Figura 22:** Histograma para el modelo II, siendo la variable dependiente el CHO



**Fuente:** Elaboración propia utilizando el software SPSS, 2018.

**Figura 23:** Gráfico de tendencia lineal para el modelo II, siendo la variable dependiente el CHO



**Fuente:** Elaboración propia utilizando el software SPSS, 2018.

Habiéndose encontrado la ecuación para calcular el CHO en función a la variable límite líquido, el cual pertenece al modelo II, complementariamente en las figuras 22 y 23 se observan el histograma y el gráfico de regresión lineal.

#### 4.2 Proceso de la prueba de Hipótesis

En el capítulo III, se definió que para la prueba de las Hipótesis utilizaremos el Coeficiente de correlación de Pearson, ya que esta prueba estadística paramétrica es usado para probar hipótesis de forma correlacional como son todas nuestras hipótesis planteadas.

De acuerdo a los resultados obtenidos del software IBM SPSS referente a la correlación de Pearson, esto se muestra en las tablas 10 y 14, donde indica que:

- ✓ Para la correlación de Pearson entre las variables pasante del tamíz N°40 y la DMS se obtuvo una correlación ( $r$ ) de -0.956
- ✓ Para la correlación de Pearson entre las variables límite líquido y el CHO se obtuvo una correlación ( $r$ ) de 0.962

**Hipótesis General:** Existe un grado de correlación mínima del 90% entre las propiedades índice como son la granulometría y el límite líquido con la obtención del CHO y la DMS de un suelo granular compactado para subbase de con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar en la provincia de Puno.

*Decimos que habiéndose realizado los ensayos de laboratorio como: análisis granulométrico por tamizado y límite líquido y de la misma forma los respectivos calculos y con ayuda del software estadístico IBM SPSS en los Modelos I y II, donde se pudo obtener correlaciones de pearson mayores al 90% en ambos casos como se aprecia en los tablas 10,11,14 y 15 , por lo que se acepta la hipótesis general.*

**Hipótesis Específica 01:** Se utilizarán regresiones lineales para determinar los valores del CHO y la DMS a través de las propiedades mecánicas del suelo, límite líquido y granulometría para la conformación de subbase con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar en la provincia de Puno.

*Decimos que habiéndose realizado los ensayos de laboratorio de límite líquido y granulometría, resultados que siendo procesados nos dieron que efectivamente existe una alta correlación entre las variables y siendo procesados los datos en el software estadístico IBM SPSS el tipo de regresión utilizada es lineal en ambos casos, por lo que se acepta la hipótesis.*

**Hipótesis Específica 02:** Existe una correlación mínima del 90% existe entre el límite líquido y el CHO obtenido en un ensayo Proctor Modificado para la conformación de subbase de con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar en la provincia de Puno.

*Decimos que habiéndose realizado los ensayos de laboratorio del límite líquido y Proctor modificado siendo estos resultados procesados por el software estadístico IBM SPSS en el Modelo II, efectivamente existe una alta correlación*

mayor a 90% entre las variables límite líquido y el CHO con resultados de correlación  $r=0.962$  y coeficiente de determinación  $r^2=0.925$  como se observa en la tabla 15, así mismo se obtuvo la ecuación para el cálculo del CHO como:

**CHO =  $-0.018 + 0.437 \cdot (\text{Límite líquido})$**  por lo que se acepta la hipótesis.

**Hipótesis Específica 03:** Existe una correlación mínima del 90% entre la granulometría de un suelo granular que esté en una gradación A de la EG-2013 con la DMS en estado compacto obtenido a través del ensayo Proctor modificado para la conformación de subbase con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar en la provincia de Puno.

Decimos que habiéndose realizado los ensayos de laboratorio del análisis granulométrico por tamizado y Proctor modificado siendo estos resultados procesados por el software estadístico IBM SPSS en el Modelo I, efectivamente existe una alta correlación mayor al 90% entre las variables pasante del tamiz N°40 y la DMS con resultados de correlación  $r=0.956$  y coeficiente de determinación  $r^2=0.915$  como se aprecia en la tabla 11, así mismo se obtuvo la ecuación de primer grado para el cálculo de la DMS como: **DMS =  $2.235 - 0.006 \cdot (\text{Pasante del tamiz N°40})$**  por lo que se acepta la hipótesis.

### 4.3 Discusión de los resultados

Los resultados obtenidos en esta investigación nos expresan que efectivamente existe una relación mayor al 90% entre variables definidas para su aplicación en suelos granulares en subbase con altitudes mayores a 3000 msnm donde

previamente se corrigió la graduación según las especificaciones granulométricas de la EG-2013 las variables con un grado significativo de correlación son el CHO que es dependiente del resultado que se obtenga al ejecutar el ensayo de límite líquido y de la misma forma para la determinación de la DMS depende mucho del porcentaje pasante por el tamiz N°40 para el ámbito de estudio que se centra en la provincia de Puno.

Teniendo presente el objetivo general el cual fue: Determinar el CHO y la DMS a partir de las propiedades índice como son la granulometría y el límite líquido de un suelo granular compactado para subbase con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar en la provincia de Puno.

*Señalamos que de acuerdo a los modelos I y II anteriormente desarrollados haciendo uso del software estadístico IBM SPSS 23 y las tablas 12 y 16 donde se calculan los coeficientes de las ecuaciones para el cálculo de la DMS y el CHO a continuación se mencionan las siguientes ecuaciones lineales que tienen un ámbito de aplicación para subbase con altitudes mayores a 3000 msnm conforme norma la EG-2013 en la provincia de Puno, por lo que se cumplió el objetivo general.*

✓ Para el cálculo del CHO:

$$\text{CHO} = -0.018 + 0.437 * (\text{Límite líquido})$$

✓ Para el cálculo de la DMS:

$$\text{DMS} = 2.235 - 0.006 * (\text{Pasante del tamiz N°40})$$

Sobre el objetivo específico 01: el cual fue evaluar en qué medida el uso de regresiones lineales, en relación a las propiedades mecánicas del suelo, límite



líquido y granulometría podrán determinar el CHO y la DMS para la conformación de subbase con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar en la provincia de Puno.

*Indicamos que al ejecutar los modelos I y II, en ambos casos se utilizó regresiones lineales puesto que éstas concentran una mejor distribución de dependencia y correlación mayores al 90% entre las variables, en consecuencia se obtuvo las ecuaciones lineales que determinan el CHO y la DMS, cumpliéndose de esta forma el objetivo específico 01.*

$$\text{CHO} = -0.018 + 0.437 * (\text{Límite líquido})$$

$$\text{DMS} = 2.235 - 0.006 * (\text{Pasante del tamiz N°40})$$

Acerca del objetivo específico 02: Precisar el grado de relación que existe entre el límite líquido y el CHO para la conformación de subbase con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar en la provincia de Puno.

*Mostramos que existe un grado de relación entre el límite líquido y el CHO en 96%, lo cual indica un grado de correlación muy fuerte, lo que observa en las tablas 14 y 15, por lo que se cumplió el objetivo específico 02.*

En cuanto al objetivo específico 03: Determinar el grado de relación que existe entre la granulometría y la DMS para la conformación de subbase con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar en la provincia de Puno.

*Expresamos que existe un grado de relación entre la granulometría específicamente el porcentaje pasante por el tamiz N°40 y la DMS en 95%, lo cual indica un grado de correlación muy fuerte, esto se muestra en las tablas 10 y 11, por lo que se cumplió el objetivo específico 03.*

## CONCLUSIONES

PRIMERA: Se elaboraron dos modelos teniendo como variables dependientes el CHO y la DMS mientras que las independientes el límite líquido y el porcentaje que pasa el tamiz N°40, ingresando un total de 20 datos y con el uso del software estadístico SPSS se pudo obtener resultados satisfactorios como una la correlación de Pearson mayores al 90% en ambos casos obteniéndose las siguientes ecuaciones lineales que tienen un ámbito de aplicación para subbase con altitudes mayores a 3000 msnm conforme norma la EG-2013 en la provincia de Puno.

✓ Para el cálculo del CHO:

$$\text{CHO} = -0.018 + 0.437 * (\text{Límite líquido})$$

✓ Para el cálculo de la DMS:

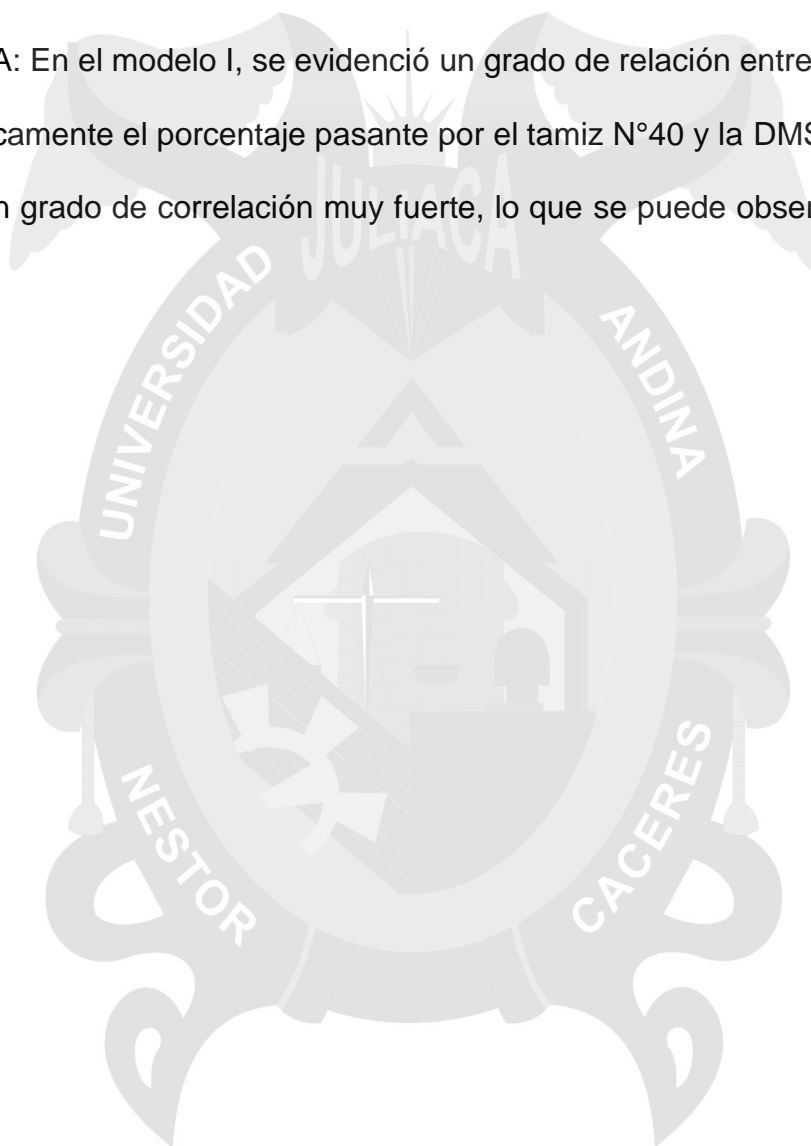
$$\text{DMS} = 2.235 - 0.006 * (\text{Pasante del tamiz N°40})$$

SEGUNDA: Al ejecutar los modelos I y II, en ambos casos se utilizó regresiones lineales puesto que éstas tienen una buena distribución en cuanto a la dependencia entre variables con correlación mayor al 90% en ambos modelos, por lo que se obtuvo las ecuaciones lineales que determinan el CHO y la DMS.



TERCERA: Al elaborar el modelo II, se pudo obtener un grado de relación entre el límite líquido y el CHO de 96%, lo cual indica un grado de correlación muy fuerte, observándose en las tablas 14 y 15.

CUARTA: En el modelo I, se evidenció un grado de relación entre la granulometría específicamente el porcentaje pasante por el tamiz N°40 y la DMS en 95%, lo cual indica un grado de correlación muy fuerte, lo que se puede observar en las tablas 10 y 11.





## RECOMENDACIONES

PRIMERA: El tema de investigación corresponde a un método indirecto para obtener los valores de la DMS y el CHO según las Especificaciones Generales para Construcción (EG-2013), por lo que la aplicación de este método, no sería factible ya que no se encuentra normada, a pesar de que los resultados fueron satisfactorios y estuvieron dentro de los parámetros establecidos para fines de conformación de subbase con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar, por lo que se recomienda el uso de éstas ecuaciones de la presente investigación sólo con fines de predicción y verificación.

SEGUNDA: Se recomienda a los futuros investigadores ampliar los datos y/o resultados de laboratorio en las condiciones que estable la EG-2013 para suelos granulares con altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar, para desarrollar modelos de regresiones con mayor número de muestras con el fin de que se pueda considerar parámetros de suelo más complejos en la determinación de subbase y relacionarlos con el cálculo de la DMS y el CHO, tomando en cuenta la influencia y tipo de suelo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araujo, W. (2014). Ecuaciones de correlación del CBR con propiedades índice de suelos para la ciudad de Piura. Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería Civil, Piura.

Atala, C. A. (2011). Estudio experimental sobre correlaciones en suelos granulares finos (arenas) compactados usando equipos de penetración. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Lima.

Bañon, L., & Beviá, J. (2008). MANUAL DE CARRETERAS. España.

Berry, P., & Reid, D. (2000). Mecánica de suelos. México: McGraw- Hill.

Borja, M. (2012). Metodología de la Investigación Científica para ingenieros. Chiclayo.

Canavos, G. (1998). Probabilidad y Estadística. México: Programas Educativos.

Córdoba, M. (2003). Estadística descriptiva e inferencial. Lima: Moshera SRL.

Crespo, C. (2004). Mecánica de Suelos y Cimentaciones. México: Limusa.



Cuñez, J. (2015). Comportamiento de la resistividad eléctrica de los suelos antes variaciones de humedad y grado de compactación. Cuenca: Universidad de Cuenca, Escuela de ingeniería civil.

Das, B. (2001). Fundamentos de ingeniería geotécnica. México: Thomson Editores.

Das, B. (2001). Principios de ingeniería de cimentaciones. México: Thomson Editores.

Devore, J. (2005). Probabilidad y estadística para ingenierías y ciencias. México: Thomson Editores .

Gonzales de Vallejo, L., Ferrer, M., Ortuño, L., & Oteo, C. (2004). Ingeniería Geológica. Madrid: Pearson Educación.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). Metodología de la investigación. MEXICO: Mcgraw Hill Interamericana .

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). Manual de ensayo de materiales. LIMA: Documentos Técnicos.

Muñoz, R. (2013). Estudio de mezclas de aridos reciclados de hormigón y asfáltico estabilizados con cemento para su aplicación en bases y subbases de carreteras. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, Departamento ingeniería de la construcción.

Páez, M. C., & Peña, D. J. (2004). Correlación del CBR partiendo de los resultados de la densidad seca y el contenido de humedad en los suelos

de Maracaibo. Universidad Rafael Urdaneta, Facultad de Ingeniería Civil, Maracaibo.

Revolorio, F. J. (2013). Incidencia de resultados del ensayo Proctor por la influencia de clima, humedad, equipo y superficie de base de compactación durante su desarrollo. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería Civil, Guatemala.

Sáez, A. (2012). Apuntes de estadística para ingenieros. Jaén: Universidad de Jaén.

Steaven, C., & Canale, R. (2006). Métodos numéricos para ingenieros. México: McGraw-Hill Interamericana.

Teneda, Y. (2007). Correlación entre ensayo Casagrande y cono de penetración. Ecuador: Universidad Católica de Loja, Escuela de ingeniería civil.

Vargas, J. (2005). Metodo de Regresion Lineal Simple Incluyendo Ejemplo Demostrativo.

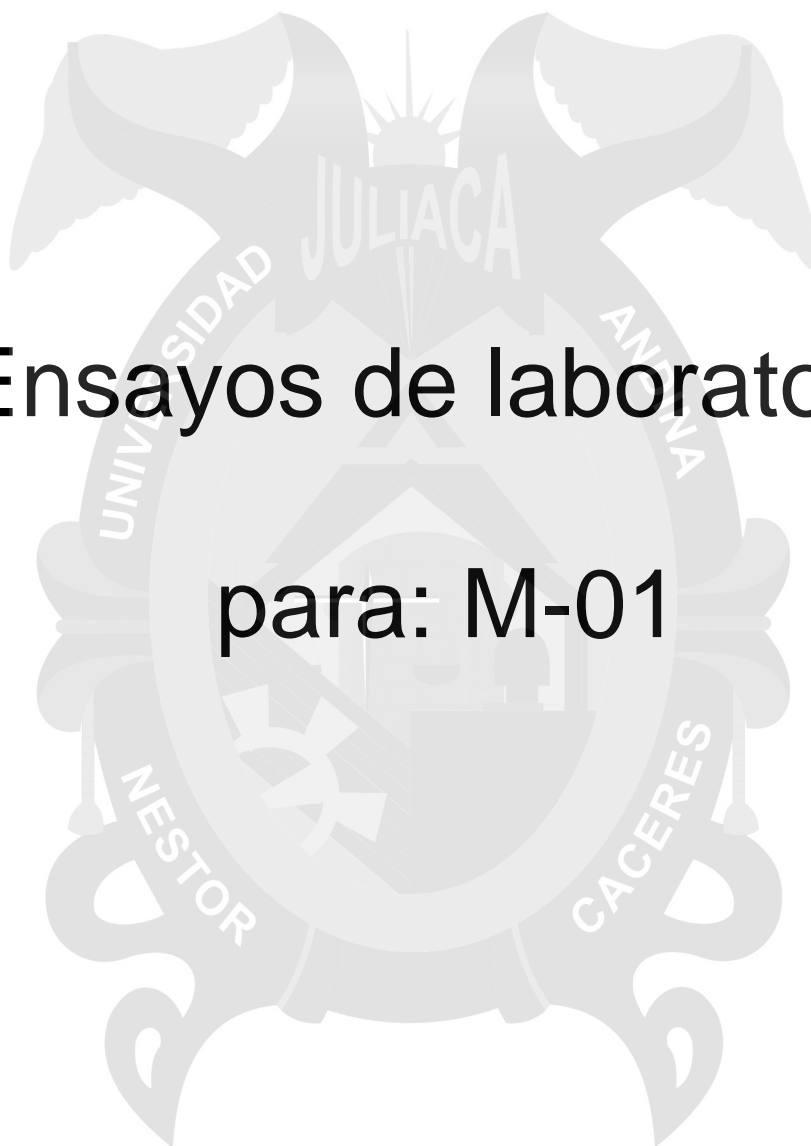
Vélez, I. (2002). Apuntes de Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Administración. Bogotá: Politécnico Grancolombiano, Facultad de ingeniería industrial.



# ANEXOS



# Ensayos de laboratorio para: M-01







## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

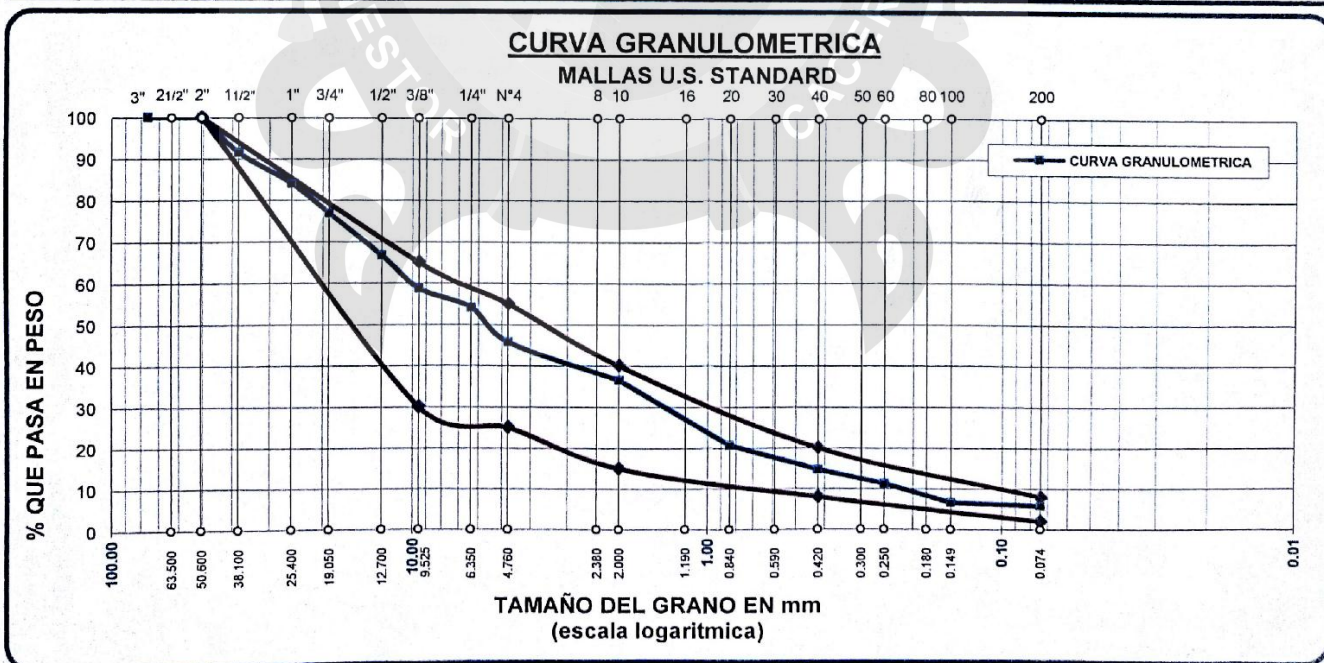
**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA** : M - 01

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2"
3"	76.200						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500						P.I.= 3325.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	P.L.= 3133.15
1 1/2"	38.100	284.29	8.55	8.55	91.45		P.P.= 191.85
1"	25.400	249.37	7.50	16.05	83.95		% W =
3/4"	19.050	236.41	7.11	23.16	76.84		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.700	340.81	10.25	33.41	66.59		L.L.= 19.38
3/8"	9.525	264.34	7.95	41.36	58.64	30 - 65%	L.P.=
1/4"	6.350	154.61	4.65	46.01	53.99		I.P.=
No4	4.760	276.64	8.32	54.33	45.67	25 - 55%	CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.380						D10= 0.224 Cu= 45
No10	2.000	307.56	9.25	63.58	36.42	15 - 40%	D30= 1.530 Cc= 1.04
No16	1.190						D60= 10.07
No20	0.840	526.35	15.83	79.41	20.59		
No30	0.590						CLASIFICACIÓN:
No40	0.420	198.17	5.96	85.37	14.63	8 - 20%	SUCS :
No50	0.300						
No60	0.250	114.05	3.43	88.80	11.20		
No80	0.180						OBSERVACIONES:
No100	0.149	153.28	4.61	93.41	6.59	2 - 8%	
No200	0.074	27.27	0.82	94.23	5.77		
BASE		191.85	5.77	100.00	0.00		
TOTAL		3325.00	100.00				
% PERDIDA		5.77					



OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FILIAL PUNO

*Henry Wilber Rizalaso Huaicani*  
Bach. Henry Wilber Rizalaso Huaicani



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

*Diana Elizabeth Quinto Gastiaburu*  
Mgtr. Diana Elizabeth Quinto Gastiaburu





## LÍMITE LÍQUIDO

ASTM - D424 D-4318

### TESIS

: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA  
MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA  
PROVINCIA DE PUNO

### SOLICITANTE

: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

### ASESOR

: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

### UBICACIÓN

: PROVINCIA DE PUNO - PUNO

### MUESTRA

: M - 01

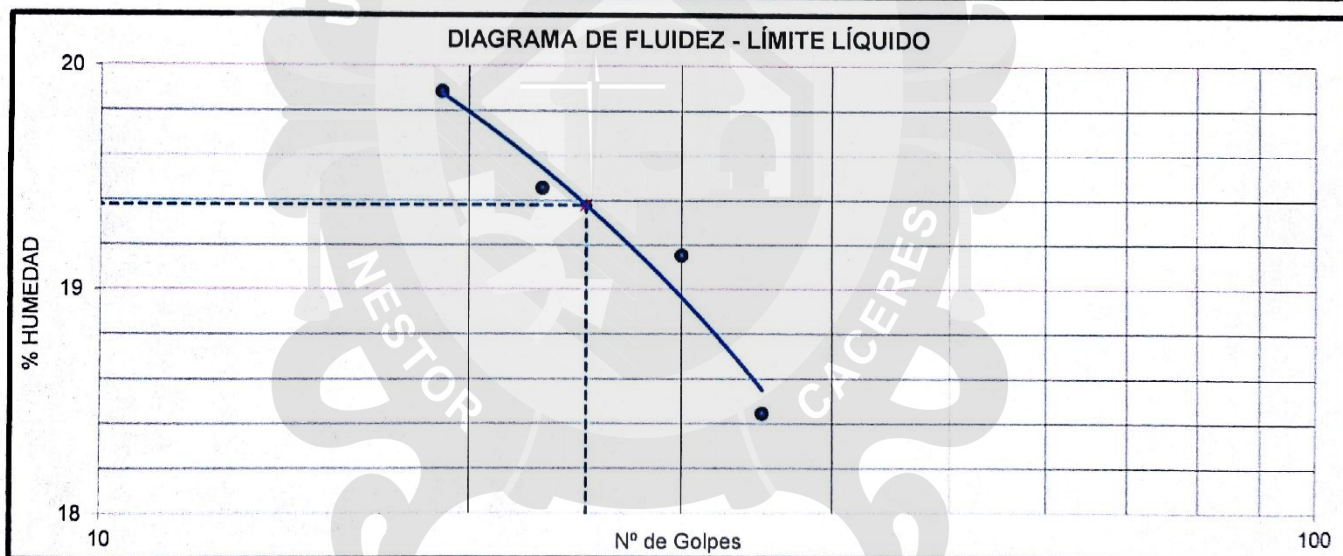
### FECHA

: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

Nro. De Tarro	Nº	C45	C33	C12	C17
Peso de la Tara	gr	22.18	22.08	22.09	21.91
Tara + Suelo Húmedo	gr	48.90	52.32	52.55	52.36
Tara + Suelo Seco	gr	44.74	47.46	47.59	47.31
Agua	gr	4.16	4.86	4.96	5.05
Suelo Seco	gr	22.56	25.38	25.50	25.40
HUMEDAD	%	18.44	19.15	19.45	19.88
Nro. De Golpes	Nº	35	30	23	19

LÍMITES LÍQUIDO

L.L. = 19.38 %



### OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

Bach. Ing. Mary Carmen Yana Condori  
ENCARGADA DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega  
CIP. 26510





## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

(NORMA: ASTM D-1557 ; MTC E 115)

TESIS	: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO
SOLICITANTE	: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI
ASESOR	: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU
UBICACIÓN	: PROVINCIA DE PUNO - PUNO
MUESTRA	: M - 01
FECHA	: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

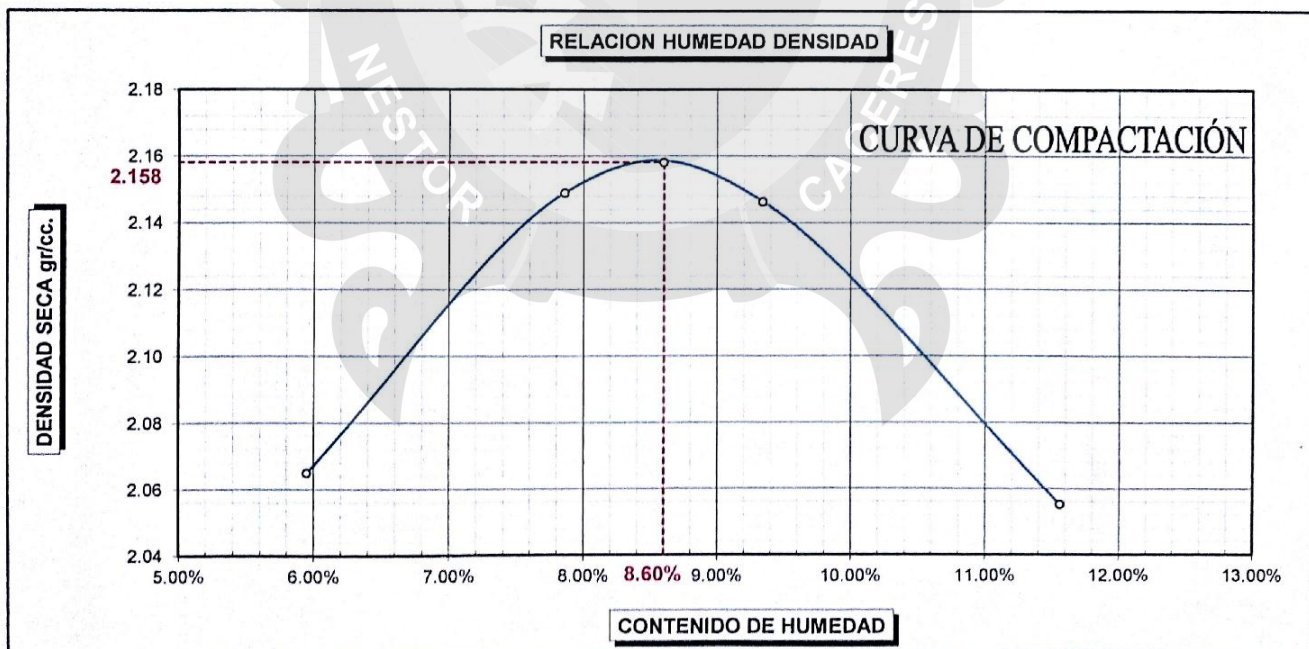
MOLDE No	01	VOLUMEN DEL MOLDE	2114 cc
No DE CAPAS	05	GOLPES POR CAPA	56

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	11056	11331	11392	11278
Peso del Molde	gr.	6431	6431	6431	6431
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	4625	4900	4961	4847
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	2.188	2.318	2.347	2.293

Muestra		SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
Capsula No	No	T12	C57	C28	C02	C19	T05	C45	T07
Suelo Humedo + Capsula	gr.	216.19	238.37	205.77	215.90	206.78	203.97	200.28	199.65
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	205.18	226.32	192.23	201.92	191.33	188.12	182.04	181.13
Peso del Agua	gr.	11.01	12.05	13.54	13.98	15.45	15.85	18.24	18.52
Peso de la Capsula	gr.	21.99	21.74	21.70	22.23	21.92	22.33	22.18	22.97
Peso del Suelo Seco	gr.	183.19	204.58	170.53	179.69	169.41	165.79	159.86	158.16
% de Humedad	%	6.01%	5.89%	7.94%	7.78%	9.12%	9.56%	11.41%	11.71%
Promedio de Humedad	%	5.95%	7.86%	9.34%	11.56%				
Densidad del Suelo Seco	%	2.065	2.149	2.146	2.055				

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557
METODO	: "C"

MAXIMA DENSIDAD SECA	: 2.158 gr/cc
HUMEDAD OPTIMA	: 8.60 %



**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO  
Bach. Henry Carlos Yana Condori  
ENCARGADO DE LABORATORIO ING. CIVIL PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO  
Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega  
CIP 26510



# Ensayos de laboratorio para: M-02





## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

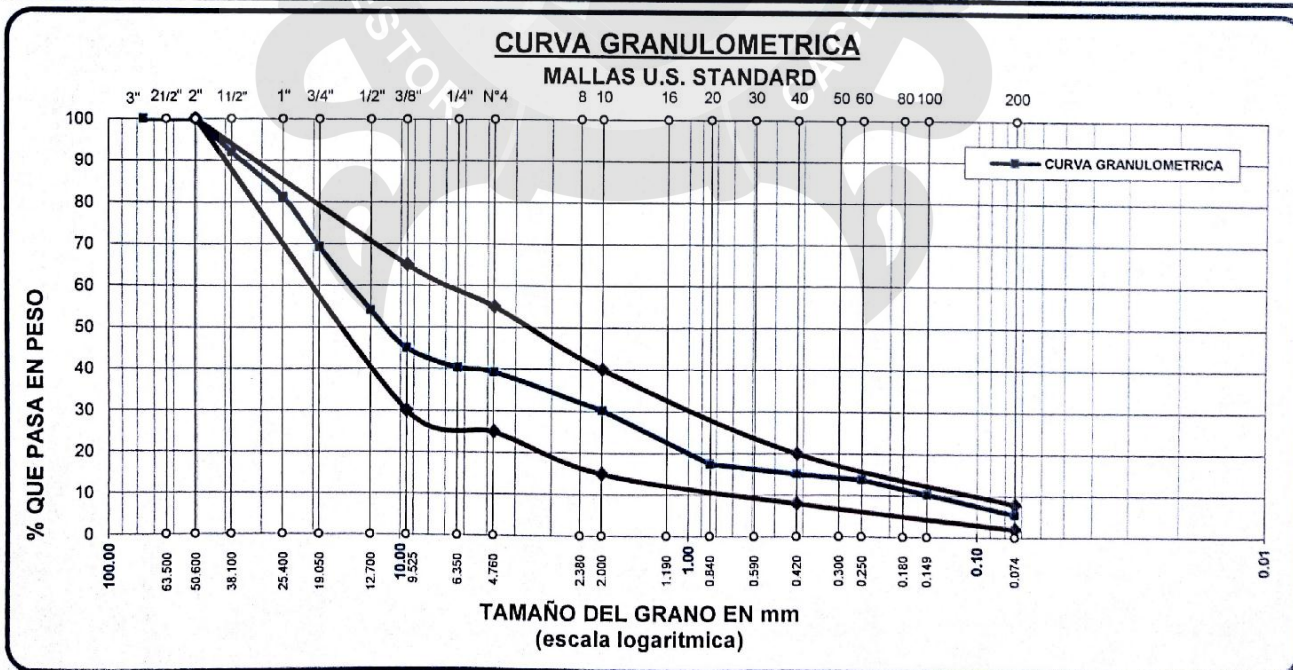
**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA** : M - 02

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO: 1 1/2"
3"	76.200						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500						P.I.= 3527.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	P.L.= 3332.65
1 1/2"	38.100	282.16	8.00	8.00	92.00		P.P.= 194.35
1"	25.400	379.15	10.75	18.75	81.25		% W =
3/4"	19.050	423.24	12.00	30.75	69.25		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.700	533.64	15.13	45.88	54.12		L.L.= 18.15
3/8"	9.525	323.07	9.16	55.04	44.96	30 - 65%	L.P.=
1/4"	6.350	165.77	4.70	59.74	40.26		I.P.=
No4	4.760	35.62	1.01	60.75	39.25	25 - 55%	CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.380						D10= 0.144 Cu= 105
No10	2.000	318.84	9.04	69.79	30.21	15 - 40%	D30= 1.981 Cc= 1.79
No16	1.190						D60= 15.17
No20	0.840	452.51	12.83	82.62	17.38		CLASIFICACION:
No30	0.590						
No40	0.420	82.88	2.35	84.97	15.03	8 - 20%	SUCS :
No 50	0.300						
No60	0.250	46.20	1.31	86.28	13.72		
No80	0.180						
No100	0.149	120.27	3.41	89.69	10.31		
No200	0.074	169.30	4.80	94.49	5.51	2 - 8%	OBSERVACIONES:
BASE		194.35	5.51	100.00	0.00		
TOTAL		3527.00	100.00				
% PERDIDA		5.51					



OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
FILIAL PUNO





## LÍMITE LIQUIDO

ASTM - D424 D-4318

TESIS : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA  
MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA  
PROVINCIA DE PUNO

SOLICITANTE : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

ASESOR : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

UBICACIÓN : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

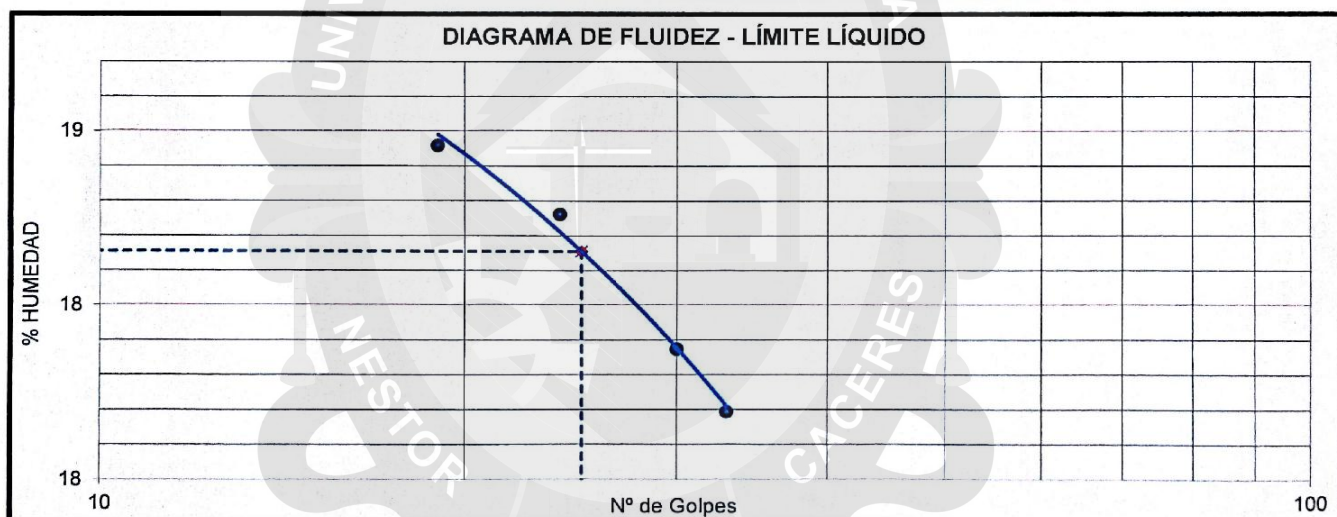
MUESTRA : M - 02

FECHA : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

Nro. De Tarro	Nº	C48	C03	T13	C38
Peso de la Tara	gr	21.99	22.22	21.91	21.93
Tara + Suelo Húmedo	gr	50.53	52.23	52.22	52.48
Tara + Suelo Seco	gr	46.24	47.68	47.54	47.72
Agua	gr	4.29	4.55	4.68	4.76
Suelo Seco	gr	24.25	25.46	25.63	25.79
HUMEDAD	%	17.69	17.87	18.26	18.46
Nro. De Golpes	Nº	33	30	24	19

LÍMITES LIQUIDO

L.L. = 18.15 %



### OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

Bach. Ing. Mary Carmen Yana Condori  
ENCARGADA DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega  
CIP. 28510





## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

(NORMA: ASTM D-1557 ; MTC E 115)

TESIS	: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO
SOLICITANTE	: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI
ASESOR	: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU
UBICACIÓN	: PROVINCIA DE PUNO - PUNO
MUESTRA	: M - 02
FECHA	: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

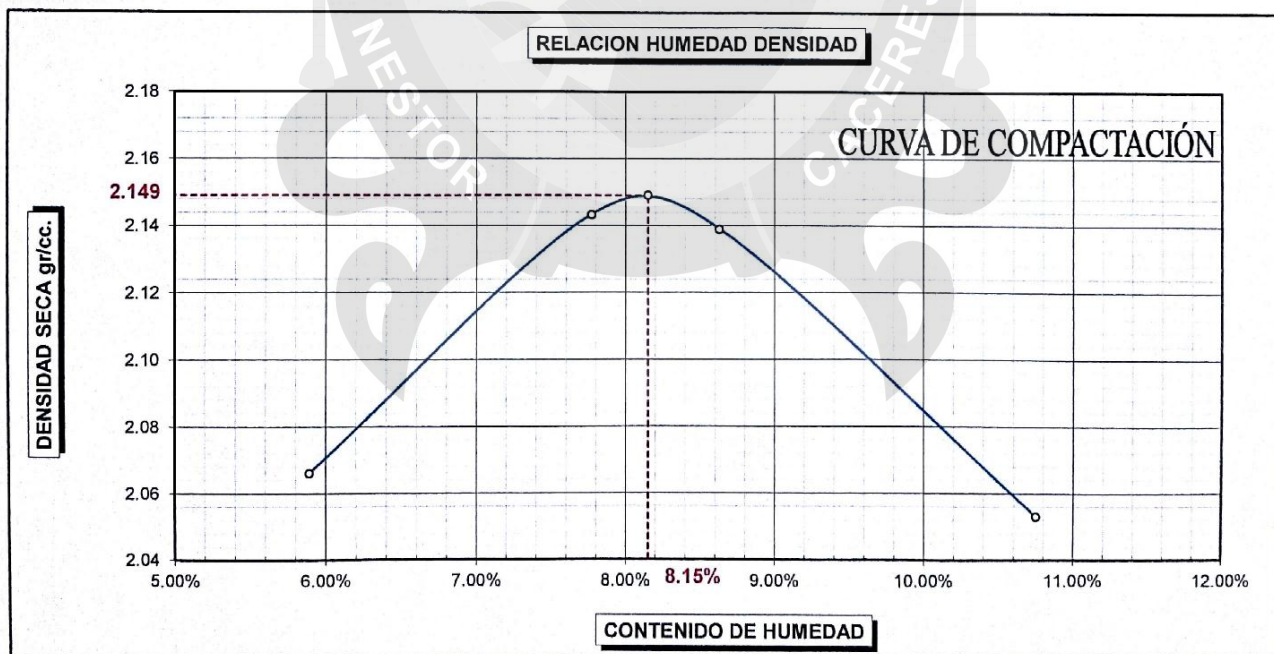
MOLDE No	01	VOLUMEN DEL MOLDE	2114 cc
No DE CAPAS	05	GOLPES POR CAPA	56

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	11056	11314	11343	11238
Peso del Molde	gr.	6431	6431	6431	6431
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	4625	4883	4912	4807
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	2.188	2.310	2.323	2.274

Muestra	-	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
Capsula No	No	C17	C52	T03	T08	C23	C31	C62	C38
Suelo Humedo + Capsula	gr.	213.64	224.03	196.09	200.06	199.09	201.41	194.86	200.55
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	202.89	212.89	183.52	187.31	185.11	187.07	177.98	183.30
Peso del Agua	gr.	10.75	11.14	12.57	12.75	13.98	14.34	16.88	17.25
Peso de la Capsula	gr.	21.91	22.14	22.98	21.94	22.17	21.86	21.83	21.93
Peso del Suelo Seco	gr.	180.98	190.75	160.54	165.37	162.94	165.21	156.15	161.37
% de Humedad	%	5.94%	5.84%	7.83%	7.71%	8.58%	8.68%	10.81%	10.69%
Promedio de Humedad	%	5.89%	7.77%	8.63%	10.75%				
Densidad del Suelo Seco	%	2.066	2.143	2.139	2.053				

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557
METODO	: "C"

MAXIMA DENSIDAD SECA	: 2.149 gr/cc
HUMEDAD OPTIMA	: 8.15 %



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



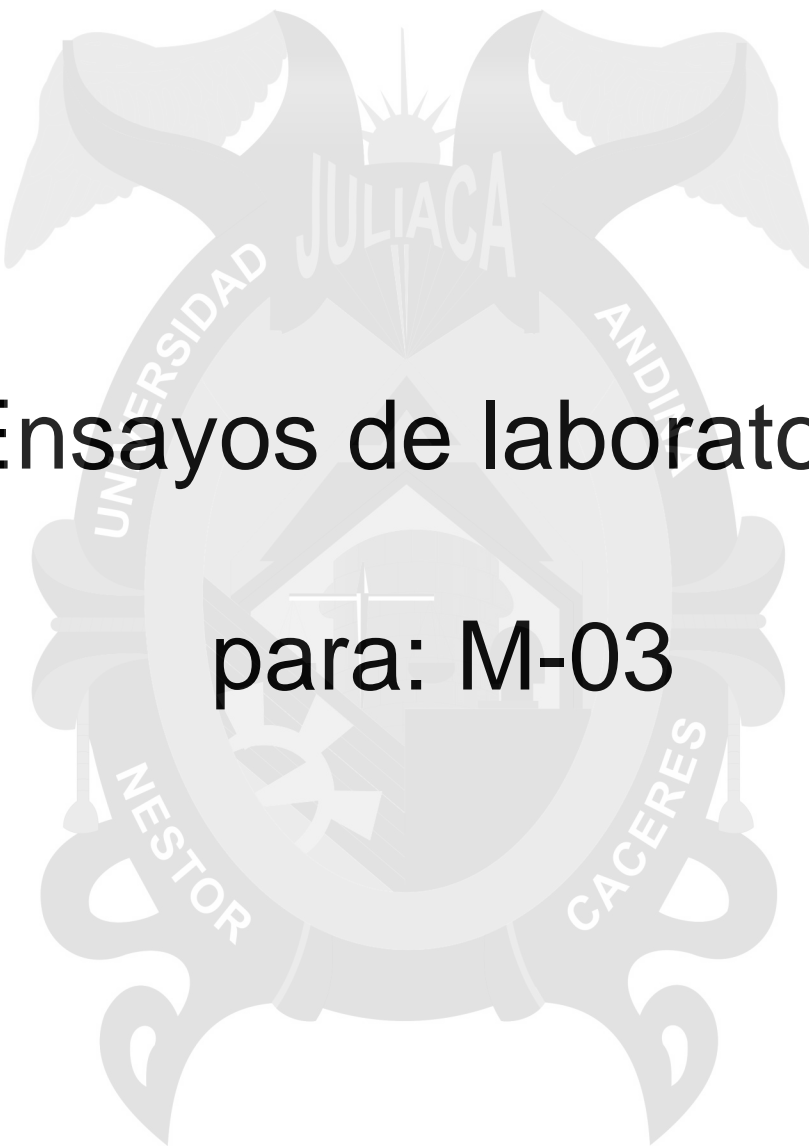
UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

Bach. Henry Carrion Yana Condori



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
FILIAL PUNO

Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Videla Vaca



# Ensayos de laboratorio para: M-03





## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

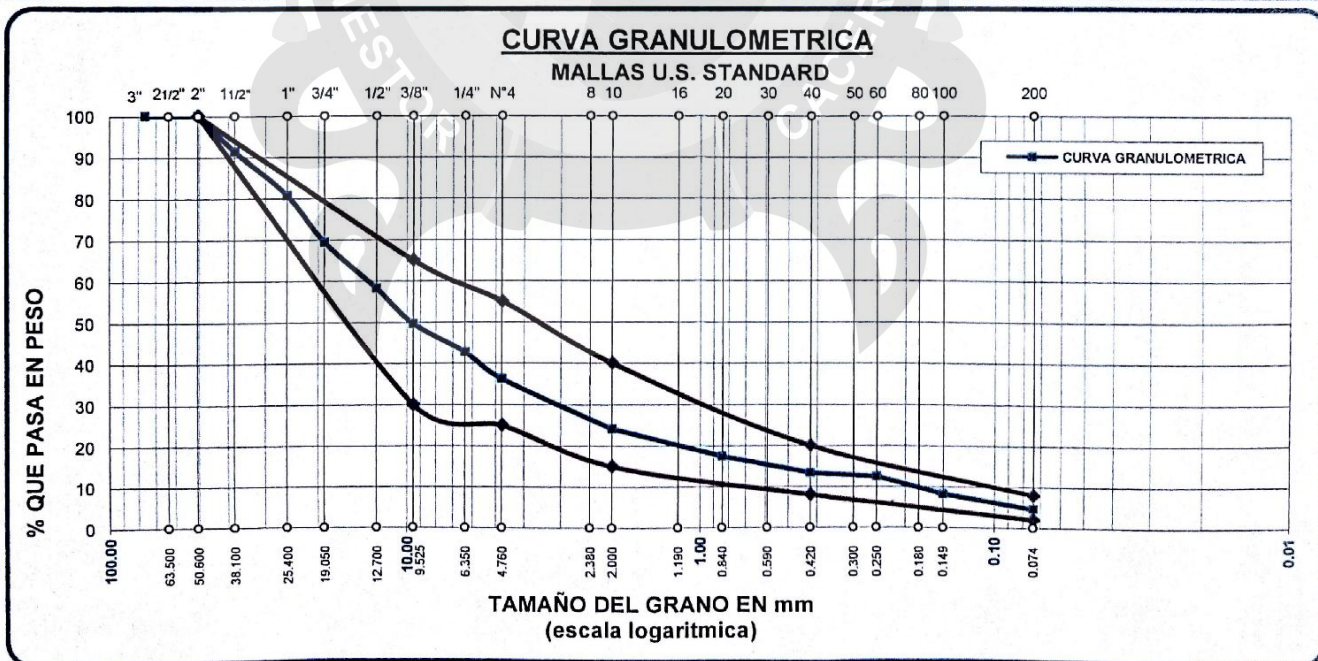
**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA** : M - 03

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2"
3"	76.200						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500						P.I.= 3312.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	P.L.= 3160.01
1 1/2"	38.100	286.49	8.65	8.65	91.35		P.P.= 151.99
1"	25.400	355.05	10.72	19.37	80.63		% W =
3/4"	19.050	374.59	11.31	30.68	69.32		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.700	368.63	11.13	41.81	58.19		L.L.= 16.96
3/8"	9.525	283.51	8.56	50.37	49.63	30 - 65%	L.P.=
1/4"	6.350	231.84	7.00	57.37	42.63		I.P.=
No4	4.760	214.95	6.49	63.86	36.14	25 - 55%	CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.380						D10= 0.192 Cu= 71.5
No10	2.000	398.43	12.03	75.89	24.11	15 - 40%	D30= 3.351 Cc= 4.26
No16	1.190						D60= 13.73
No20	0.840	223.56	6.75	82.64	17.36		CLASIFICACION:
No30	0.590						
No40	0.420	135.48	4.09	86.73	13.27	8 - 20%	
No 50	0.300						SUCS : GP
No60	0.250	28.48	0.86	87.59	12.41		
No80	0.180						OBSERVACIONES:
No100	0.149	139.11	4.20	91.79	8.21		
No200	0.074	119.89	3.62	95.41	4.59	2 - 8%	
BASE		151.99	4.59	100.00	0.00		
TOTAL		3312.00	100.00				
% PERDIDA		4.59					



OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

Bach. L. Mary Carmen Yana Condori



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega





## LÍMITE LIQUIDO

ASTM - D424 D-4318

### TESIS

: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA  
MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA  
PROVINCIA DE PUNO

### SOLICITANTE

: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

### ASESOR

: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

### UBICACIÓN

: PROVINCIA DE PUNO - PUNO

### MUESTRA

: M - 03

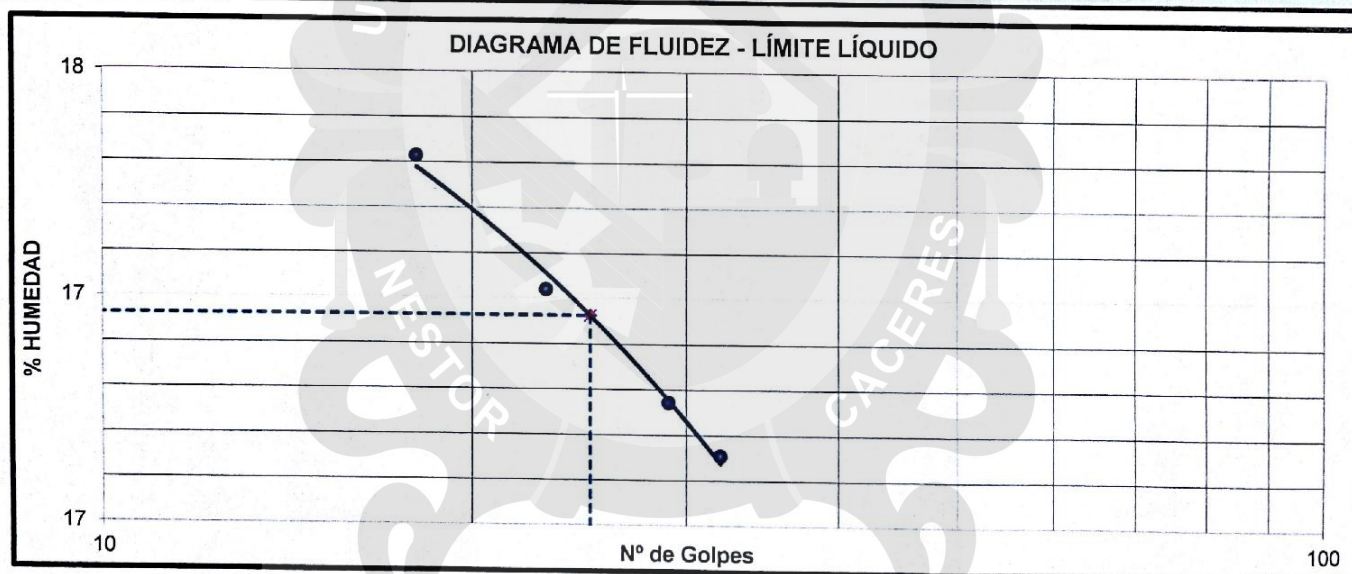
### FECHA

: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

Nro. De Tarro	Nº	T10	T02	C35	C14
Peso de la Tara	gr	21.98	22.68	22.01	21.65
Tara + Suelo Húmedo	gr	50.42	52.55	52.47	52.55
Tara + Suelo Seco	gr	46.36	48.26	48.04	47.99
Agua	gr	4.06	4.29	4.43	4.56
Suelo Seco	gr	24.38	25.58	26.03	26.34
HUMEDAD	%	16.65	16.77	17.02	17.31
Nro. De Golpes	Nº	32	29	23	18

LÍMITES LIQUIDO

L.L. = 16.96 %



### OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

Bach. *Henry Carmen Yana Condori*  
ENCARGADO DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

Mg. Ing. *Felipe Santiago Jara Vidalón Vega*  
CIP. 26510





## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

(NORMA: ASTM D-1557 ; MTC E 115)

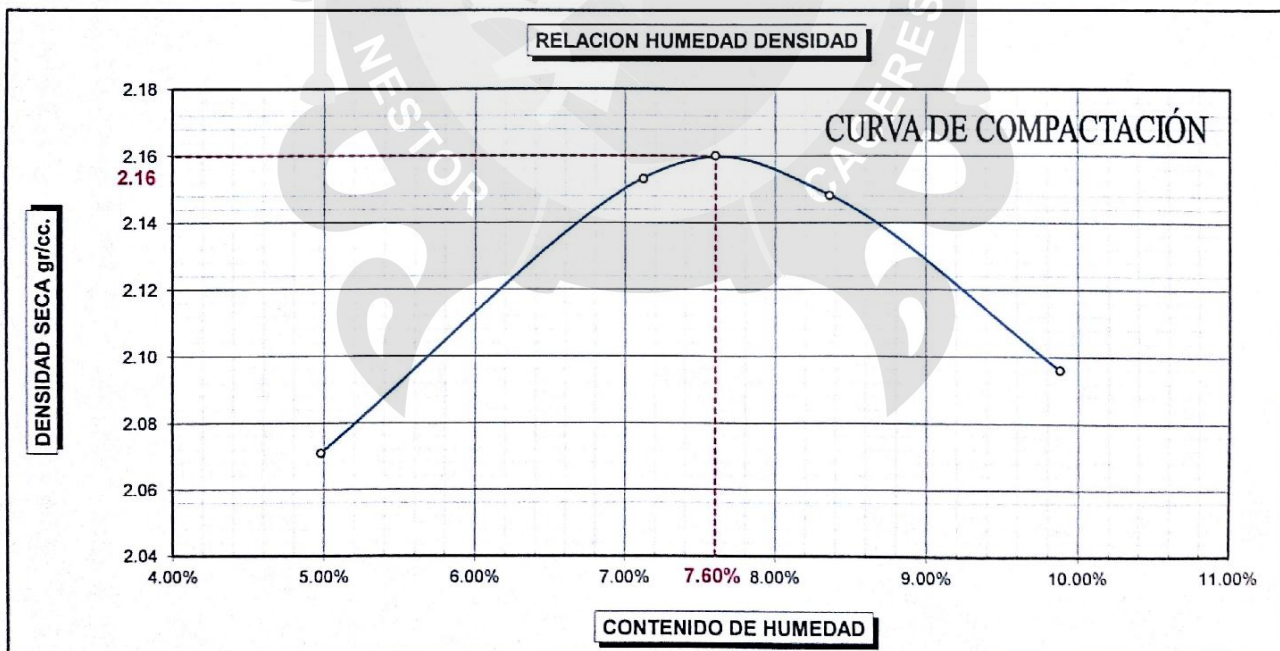
TESIS	: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO
SOLICITANTE	: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI
ASESOR	: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU
UBICACIÓN	: PROVINCIA DE PUNO - PUNO
MUESTRA	: M - 03
FECHA	: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

MOLDE No	01	VOLUMEN DEL MOLDE	2114 cc
No DE CAPAS	05	GOLPES POR CAPA	56

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	11027	11307	11352	11300
Peso del Molde	gr.	6431	6431	6431	6431
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	4596	4876	4921	4869
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	2.174	2.306	2.328	2.303

Muestra		SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
Capsula No	No	C12	C35	C65	C05	C13	C37	C66	C07
Suelo Humedo + Capsula	gr.	209.45	205.90	199.10	202.01	199.11	202.79	211.08	204.88
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	200.63	197.11	187.35	190.03	185.36	188.90	193.94	188.55
Peso del Agua	gr.	8.82	8.79	11.75	11.98	13.75	13.89	17.14	16.33
Peso de la Capsula	gr.	22.09	22.01	21.86	22.24	21.86	21.75	21.85	21.93
Peso del Suelo Seco	gr.	178.54	175.10	165.49	167.79	163.50	167.15	172.09	166.62
% de Humedad	%	4.94%	5.02%	7.10%	7.14%	8.41%	8.31%	9.96%	9.80%
Promedio de Humedad	%	4.98%		7.12%		8.36%		9.88%	
Densidad del Suelo Seco	%	2.071		2.153		2.148		2.096	

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 2.160 gr/cc
METODO	: "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 7.60 %



**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

*Henry Wilber Rizalaso Huaicani*  
Bachiller en Ingeniería Civil



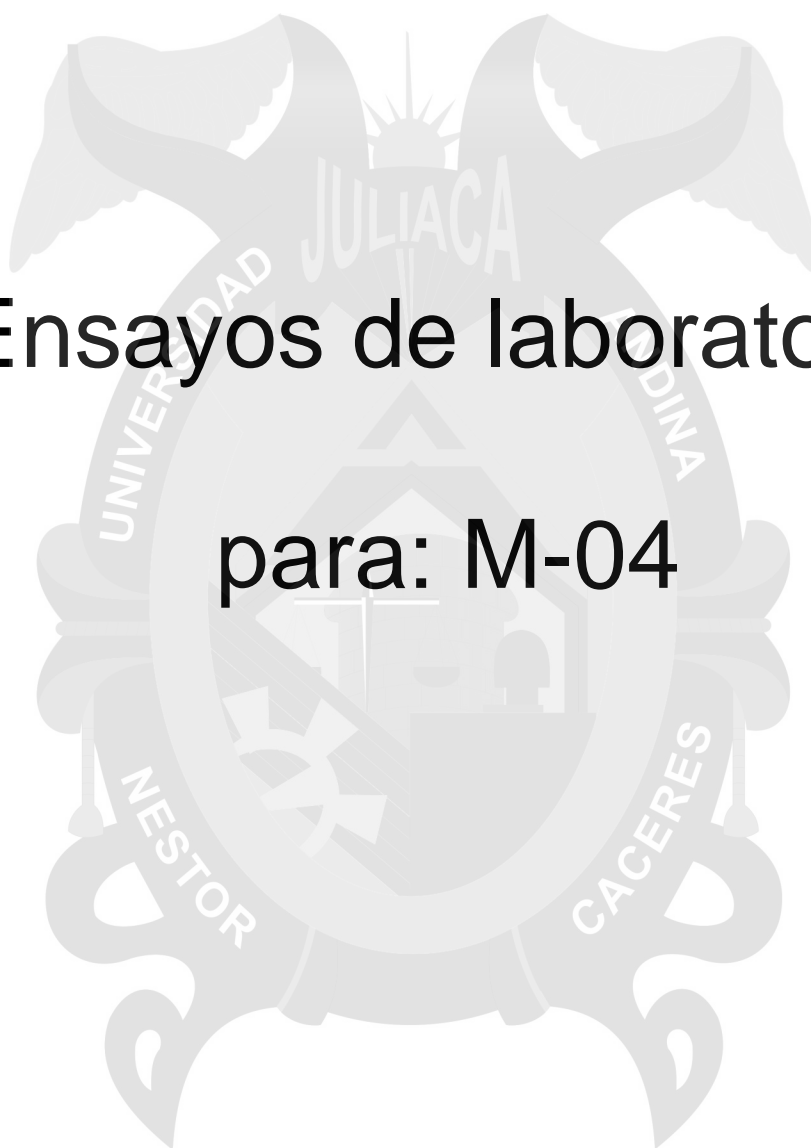
UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

*Diana Elizabeth Quinto Gastiaburu*  
Mgtr. en Ingeniería Civil





# Ensayos de laboratorio para: M-04





## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

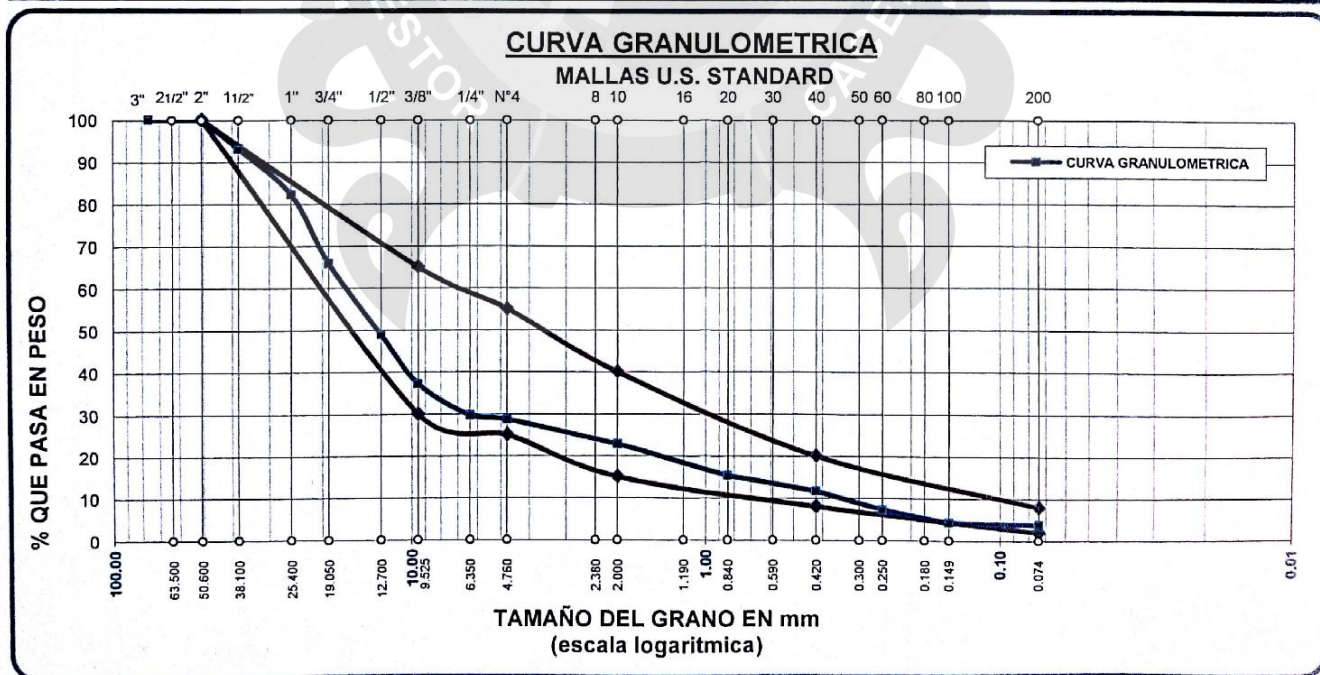
**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA** : M - 04

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2"
3"	76.200						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500						P.L.= 3472.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	P.L.= 3342.82
1 1/2"	38.100	239.22	6.89	6.89	93.11		P.P.= 129.18
1"	25.400	380.88	10.97	17.86	82.14		% W =
3/4"	19.050	565.59	16.29	34.15	65.85		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.700	591.28	17.03	51.18	48.82		L.L.= 16.17
3/8"	9.525	405.18	11.67	62.85	37.15	30 - 65%	L.P.=
1/4"	6.350	260.75	7.51	70.36	29.64		I.P.=
No4	4.760	35.76	1.03	71.39	28.61	25 - 55%	CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.380						D10= 0.358 Cu= 47.1
No10	2.000	203.45	5.86	77.25	22.75	15 - 40%	D30= 6.502 Cc= 7
No16	1.190						D60= 16.87
No20	0.840	260.05	7.49	84.74	15.26		CLASIFICACIÓN:
No30	0.590						
No40	0.420	127.42	3.67	88.41	11.59	8 - 20%	
No 50	0.300						SUCS : GP
No60	0.250	152.07	4.38	92.79	7.21		
No80	0.180						OBSERVACIONES:
No100	0.149	106.24	3.06	95.85	4.15		
No200	0.074	14.93	0.43	96.28	3.72	2 - 8%	
BASE		129.18	3.72	100.00	0.00		
TOTAL		3472.00	100.00				
% PERDIDA		3.72					



### OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

*Henry Wilber Rizalaso Huaicani*



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

*Diana Elizabeth Quinto Gastiaburu*



**LÍMITE LÍQUIDO**

ASTM - D424 D-4318

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

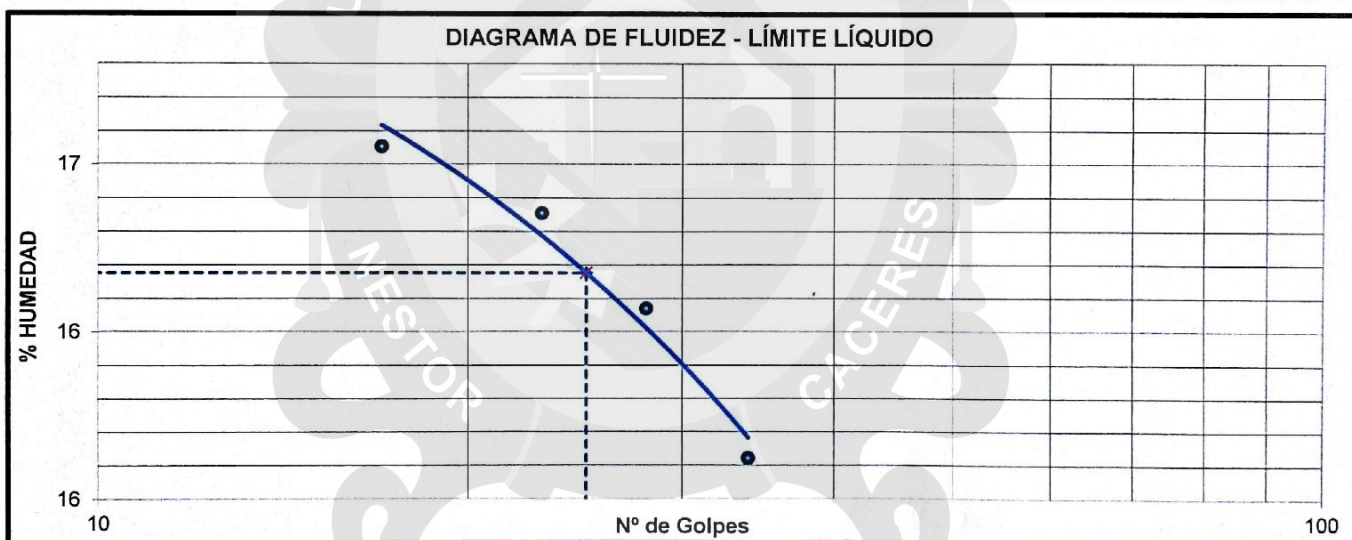
**MUESTRA** : M - 04

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

Nro. De Tarro	Nº	C52	C62	C41	C19
Peso de la Tara	gr	22.14	21.83	21.63	21.92
Tara + Suelo Húmedo	gr	52.12	52.82	53.08	53.75
Tara + Suelo Seco	gr	48.07	48.53	48.66	49.23
Agua	gr	4.05	4.29	4.42	4.52
Suelo Seco	gr	25.93	26.70	27.03	27.31
HUMEDAD	%	15.62	16.07	16.35	16.55
Nro. De Golpes	Nº	34	28	23	17

LÍMITES LÍQUIDO

L.L. = 16.17 %

**OBSERVACIONES:**

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNOMg. Ing. Santiago Jara Vidalón Vega  
CIP. 26510UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNOIng. I.C. Mary Carmen Vana Condori  
ENCARGADA DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO





## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

(NORMA: ASTM D-1557 ; MTC E 115)

<b>TESIS</b>	: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO
<b>SOLICITANTE</b>	: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI
<b>ASESOR</b>	: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU
<b>UBICACIÓN</b>	: PROVINCIA DE PUNO - PUNO
<b>MUESTRA</b>	: M - 04
<b>FECHA</b>	: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

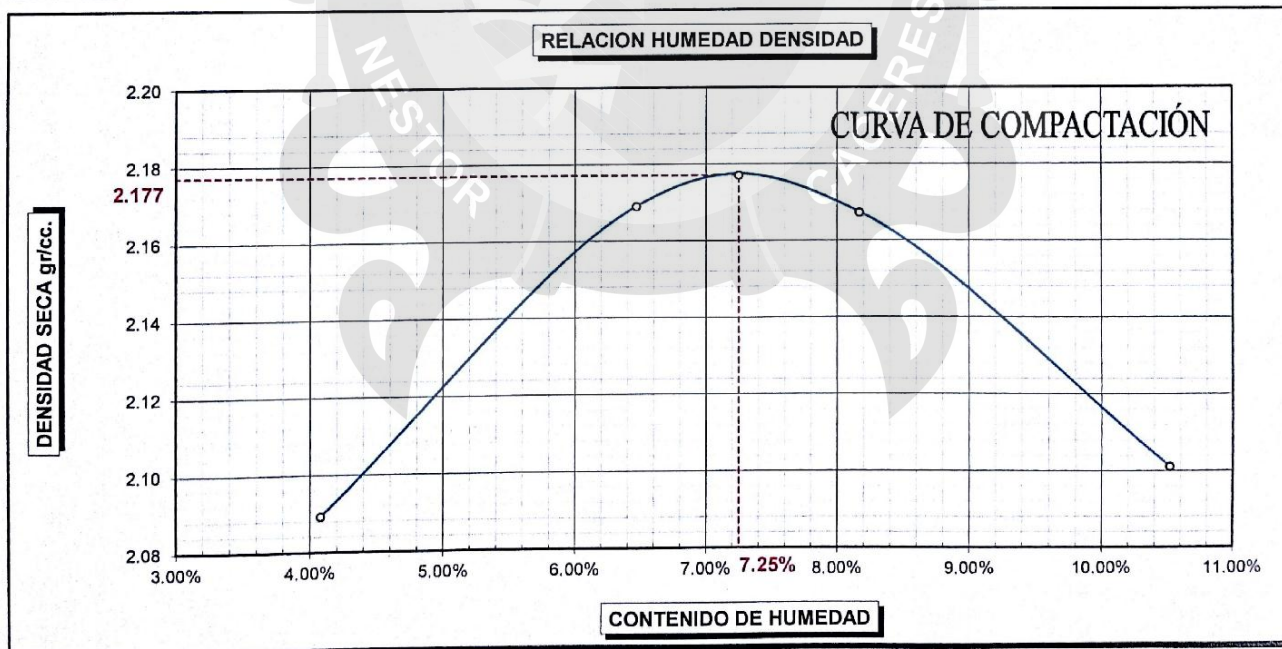
<b>MOLDE No</b>	01	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	2114 cc
<b>No DE CAPAS</b>	05	<b>GOLPES POR CAPA</b>	56

<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	11028	11313	11387	11340
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6431	6431	6431	6431
<b>Peso del Suelo Humedo</b>	gr/cc	4597	4882	4956	4909
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cc	2.174	2.309	2.344	2.322

Muestra	-	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
<b>Capsula No</b>	No	T07	T18	T14	C37	C13	C12	C35	C05
<b>Suelo Humedo + Capsula</b>	gr.	218.95	212.31	202.73	202.51	196.62	203.71	200.31	205.78
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	211.34	204.78	191.84	191.43	183.48	189.93	183.28	188.37
<b>Peso del Agua</b>	gr.	7.61	7.53	10.89	11.08	13.14	13.78	17.03	17.41
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	22.97	22.01	21.95	21.75	21.86	22.09	22.01	22.24
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	188.37	182.77	169.89	169.68	161.62	167.84	161.27	166.13
<b>% de Humedad</b>	%	4.04%	4.12%	6.41%	6.53%	8.13%	8.21%	10.56%	10.48%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	4.08%		6.47%		8.17%		10.52%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	2.089		2.169		2.167		2.101	

<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	: ASTM D-1557
<b>METODO</b>	: "C"

<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	: 2.177 gr/cc
<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	: 7.25 %



**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

Bach. Henry Carmen Yana Condori  
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega



# Ensayos de laboratorio para: M-05



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

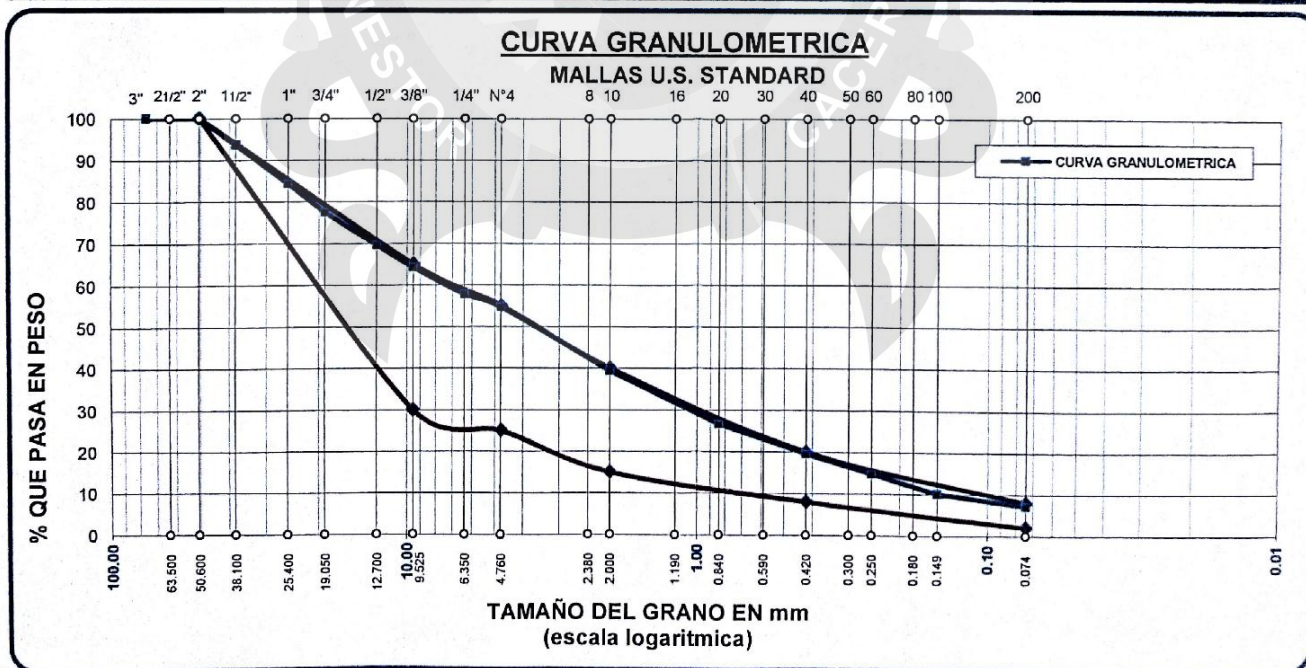
**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA** : M - 05

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2"
3"	76.200						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500						P.I.= 3521.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	P.L.= 3270.35
1 1/2"	38.100	226.75	6.44	6.44	93.56		P.P.= 250.65
1"	25.400	328.21	9.32	15.76	84.24		% W =
3/4"	19.050	240.13	6.82	22.58	77.42		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.700	277.81	7.89	30.47	69.53		L.L.= 20.25
3/8"	9.525	187.67	5.33	35.80	64.20	30 - 65%	L.P.=
1/4"	6.350	227.81	6.47	42.27	57.73		I.P.=
No4	4.760	108.80	3.09	45.36	54.64	25 - 55%	CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.380						D10= 0.148 Cu= 50.4
No10	2.000	541.17	15.37	60.73	39.27	15 - 40%	D30= 1.154 Cc= 1.21
No16	1.190						D60= 7.46
No20	0.840	447.52	12.71	73.44	26.56		CLASIFICACIÓN:
No30	0.590						
No40	0.420	248.93	7.07	80.51	19.49	8 - 20%	
No 50	0.300						SUCS :
No60	0.250	166.90	4.74	85.25	14.75		
No80	0.180						OBSERVACIONES:
No100	0.149	165.84	4.71	89.96	10.04		
No200	0.074	102.81	2.92	92.88	7.12	2 - 8%	
BASE		250.65	7.12	100.00	0.00		
TOTAL		3521.00	100.00				
% PERDIDA		7.12					



OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO  
*Henry Wilber Rizalaso Huaicani*  
Bach. Henry Wilber Rizalaso Huaicani



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO  
*Mg. Ing. Felipe Santiago*  
Mg. Ing. Felipe Santiago





## LÍMITE LÍQUIDO

ASTM - D424 D-4318

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

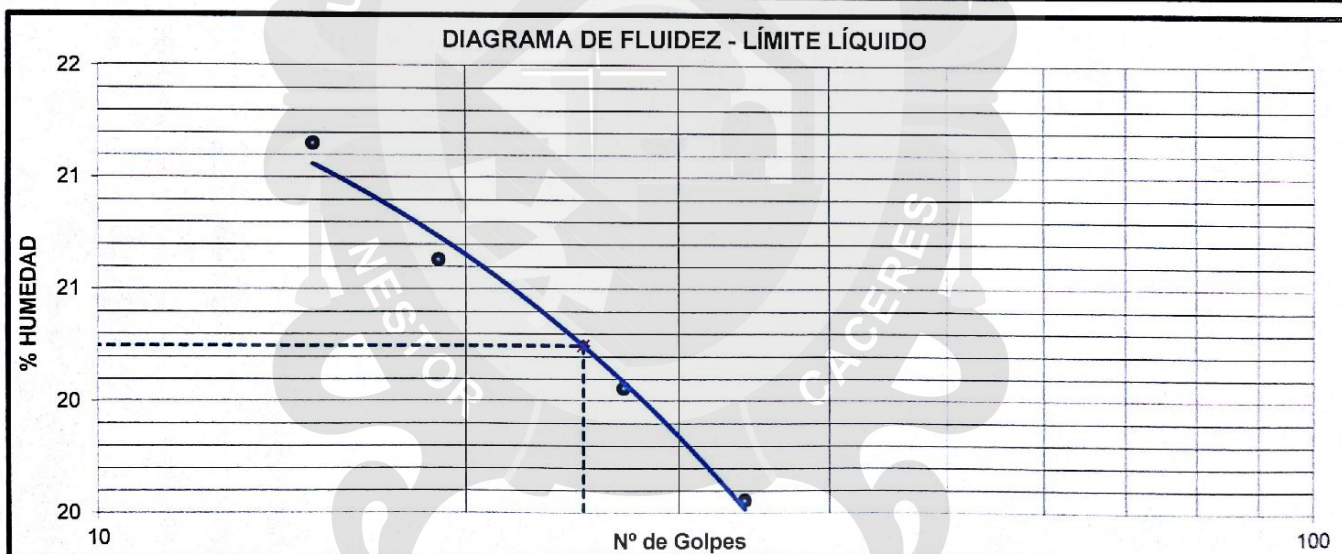
**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA** : M - 05

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

Nro. De Tarro	Nº	C24	T09	C31	C07
Peso de la Tara	gr	21.95	22.24	21.86	22.26
Tara + Suelo Húmedo	gr	42.25	43.91	44.49	47.12
Tara + Suelo Seco	gr	38.93	40.29	40.62	42.78
Agua	gr	3.32	3.62	3.87	4.34
Suelo Seco	gr	16.98	18.05	18.76	20.52
HUMEDAD	%	19.55	20.06	20.63	21.15
Nro. De Golpes	Nº	34	27	19	15

LÍMITES LÍQUIDO	L.L. = 20.25 %
-----------------	----------------



**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

Bach. F. Mary Carmen Yana Condori  
ENCARGADA DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega  
CIP. 26510





## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

(NORMA: ASTM D-1557 ; MTC E 115)

TESIS	: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO
SOLICITANTE	: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI
ASESOR	: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU
UBICACIÓN	: PROVINCIA DE PUNO - PUNO
MUESTRA	: M - 05
FECHA	: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

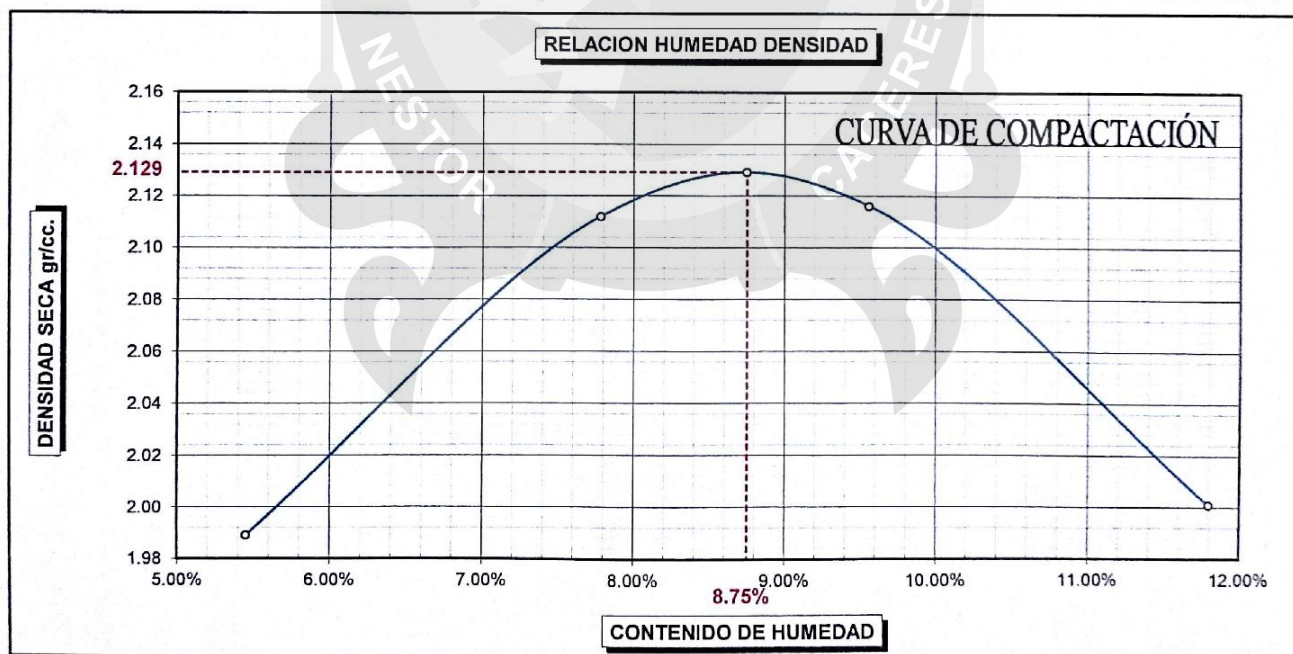
MOLDE No	01	VOLUMEN DEL MOLDE	2114 cc
No DE CAPAS	05	GOLPES POR CAPA	56

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10865	11243	11332	11160
Peso del Molde	gr.	6431	6431	6431	6431
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	4434	4812	4901	4729
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	2.097	2.276	2.318	2.237

Muestra		SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
Capsula No	No	T08	T05	C18	C03	T02	T04	T14	T10
Suelo Humedo + Capsula	gr.	225.87	216.42	170.89	175.78	180.75	184.10	173.59	172.10
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	215.42	206.30	160.04	164.80	166.88	170.08	157.70	156.15
Peso del Agua	gr.	10.45	10.12	10.85	10.98	13.87	14.02	15.89	15.95
Peso de la Capsula	gr.	21.94	22.33	22.02	22.22	22.68	22.47	21.95	21.98
Peso del Suelo Seco	gr.	193.48	183.97	138.02	142.58	144.20	147.61	135.75	134.17
% de Humedad	%	5.40%	5.50%	7.86%	7.70%	9.62%	9.50%	11.71%	11.89%
Promedio de Humedad	%	5.45%		7.78%		9.56%		11.80%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.989		2.112		2.116		2.001	

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557
METODO	: "C"

MAXIMA DENSIDAD SECA	: 2.129 gr/cc
HUMEDAD OPTIMA	: 8.75 %



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO  
Bach. Mary Carmen Yana Condori  
ENCARGADA DE LABORATORIO CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO  
Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega



# Ensayos de laboratorio para: M-06



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

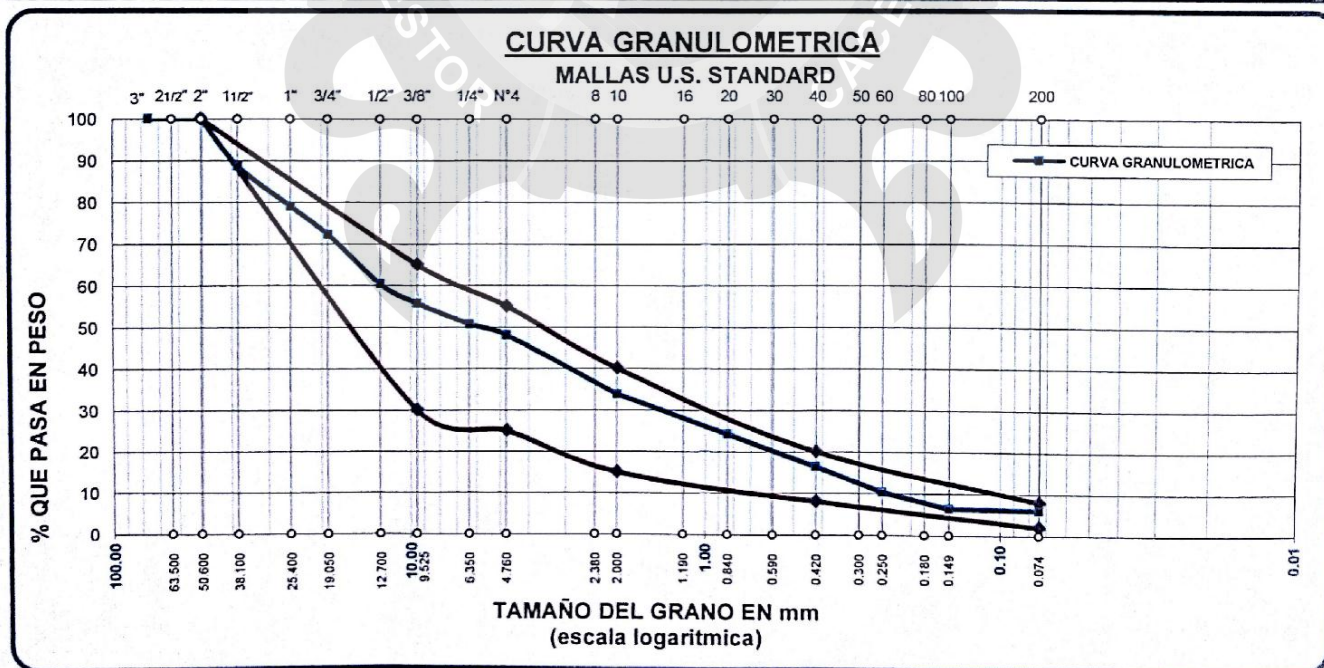
**ASESOR** : Mgr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA** : M - 06

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2"
3"	76.200						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500						P.I.= 3365.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	P.L.= 3164.11
1 1/2"	38.100	382.26	11.36	11.36	88.64		P.P.= 200.89
1"	25.400	325.73	9.68	21.04	78.96		% W=
3/4"	19.050	230.17	6.84	27.88	72.12		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.700	399.43	11.87	39.75	60.25		L.L.= 19.17
3/8"	9.525	155.80	4.63	44.38	55.62	30 - 65%	L.P.=
1/4"	6.350	167.91	4.99	49.37	50.63		I.P.=
No4	4.760	89.85	2.67	52.04	47.96	25 - 55%	CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.380						D10= 0.244 Cu= 51.3
No10	2.000	480.19	14.27	66.31	33.69	15 - 40%	D30= 1.551 Cc= 0.79
No16	1.190						D60= 12.53
No20	0.840	321.02	9.54	75.85	24.15		CLASIFICACIÓN:
No30	0.590						SUCS :
No40	0.420	266.17	7.91	83.76	16.24	8 - 20%	OBSERVACIONES:
No 50	0.300						
No60	0.250	202.57	6.02	89.78	10.22		
No80	0.180						
No100	0.149	130.90	3.89	93.67	6.33		
No200	0.074	12.11	0.36	94.03	5.97	2 - 8%	
BASE		200.89	5.97	100.00	0.00		
TOTAL		3365.00	100.00				
% PERDIDA		5.97					



**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).





TESIS UANCV



UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

## LÍMITE LÍQUIDO

ASTM - D424 D-4318

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

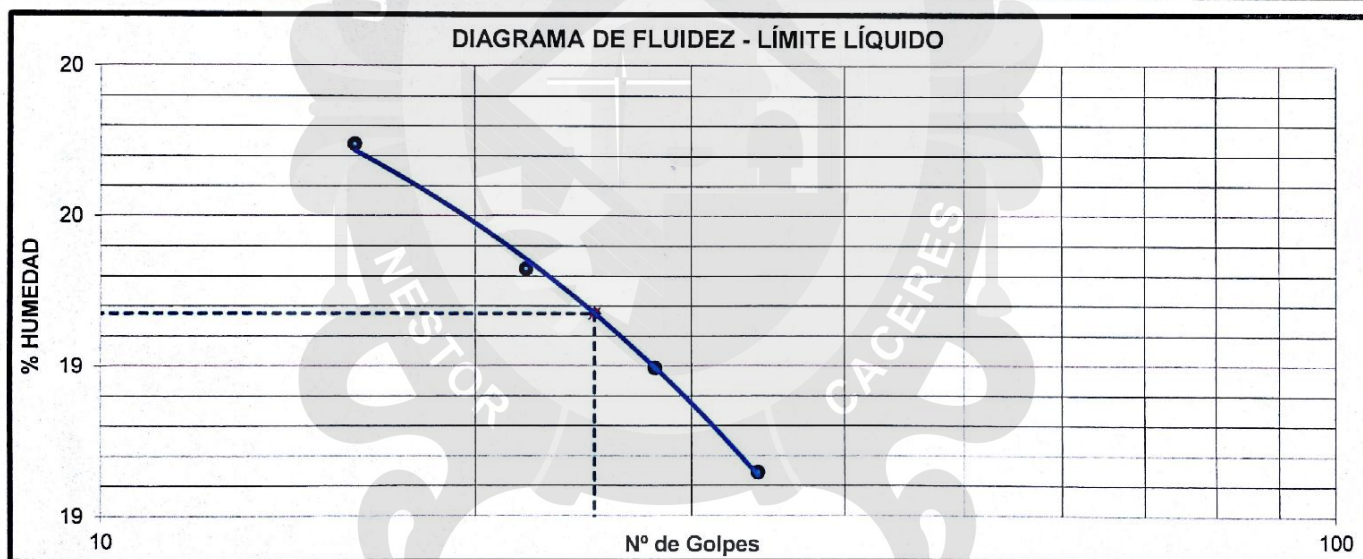
**MUESTRA** : M - 06

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

Nro. De Tarro	Nº	T12	C05	C29	C20
Peso de la Tara	gr	21.99	22.24	21.91	21.97
Tara + Suelo Húmedo	gr	52.92	53.38	52.91	53.03
Tara + Suelo Seco	gr	48.06	48.41	47.89	47.91
Agua	gr	4.86	4.97	5.02	5.12
Suelo Seco	gr	26.07	26.17	25.98	25.94
<b>HUMEDAD</b>	%	<b>18.64</b>	<b>18.99</b>	<b>19.32</b>	<b>19.74</b>
Nro. De Golpes	Nº	34	28	22	16

LÍMITES LÍQUIDO

L.L. = 19.17 %



### OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

*Mary Carmen Yana Condori*

Bach. Mary Carmen Yana Condori  
ENCARGADO DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega  
CIP. 26510



## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

(NORMA: ASTM D-1557 ; MTC E 115)

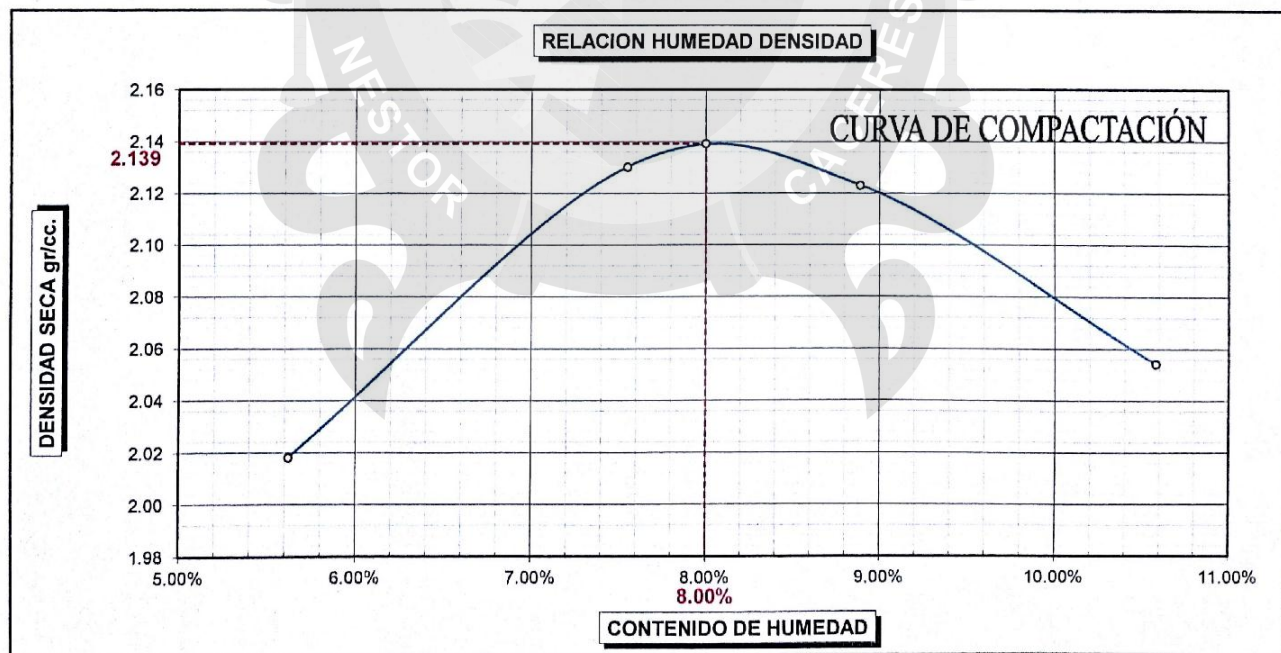
<b>TESIS</b>	: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO
<b>SOLICITANTE</b>	: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI
<b>ASESOR</b>	: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU
<b>UBICACIÓN</b>	: PROVINCIA DE PUNO - PUNO
<b>MUESTRA</b>	: M - 06
<b>FECHA</b>	: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

<b>MOLDE No</b>	01	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	2114 cc
<b>No DE CAPAS</b>	05	<b>GOLPES POR CAPA</b>	56

<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	10937	11274	11318	11233
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6431	6431	6431	6431
<b>Peso del Suelo Humedo</b>	gr/cc	4506	4843	4887	4802
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cc	2.131	2.291	2.312	2.271

Muestra	-	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
Capsula No	No	C03	C27	C58	T13	C19	C45	T05	T10
<b>Suelo Humedo + Capsula</b>	gr.	204.52	214.69	200.14	214.98	197.36	205.09	191.12	193.18
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	195.00	204.24	187.69	201.36	183.13	190.08	175.04	176.73
<b>Peso del Agua</b>	gr.	9.52	10.45	12.45	13.62	14.23	15.01	16.08	16.45
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	22.22	21.87	21.91	21.91	22.16	22.18	22.33	21.98
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	172.78	182.37	165.78	179.45	160.97	167.90	152.71	154.75
<b>% de Humedad</b>	%	5.51%	5.73%	7.51%	7.59%	8.84%	8.94%	10.53%	10.63%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	5.62%		7.55%		8.89%		10.58%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	2.018		2.130		2.123		2.054	

<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	: ASTM D-1557	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	: 2.139 gr/cc
<b>METODO</b>	: "C"	<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	: 8.00 %



**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



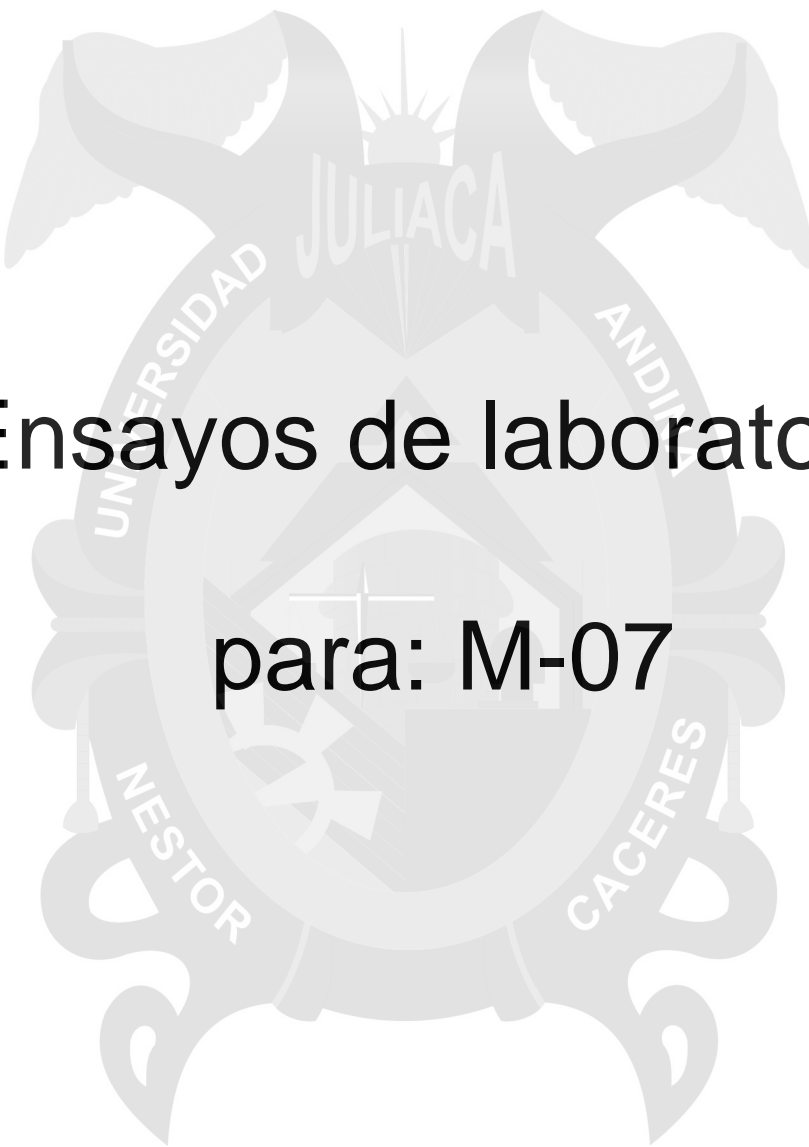
UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

Bach. T. y C. Yana Condori  
ENCARGADO DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega



# Ensayos de laboratorio para: M-07



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA** : M - 07

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	100%
1 1/2"	38.100	238.81	6.92	6.92	93.08	
1"	25.400	339.58	9.84	16.76	83.24	
3/4"	19.050	246.06	7.13	23.89	76.11	
1/2"	12.700	475.20	13.77	37.66	62.34	
3/8"	9.525	292.30	8.47	46.13	53.87	30 - 65%
1/4"	6.350	373.40	10.82	56.95	43.05	
No4	4.760	286.43	8.30	65.25	34.75	25 - 55%
No8	2.380					
No10	2.000	532.49	15.43	80.68	19.32	15 - 40%
No16	1.190					
No20	0.840	182.56	5.29	85.97	14.03	
No30	0.590					
No40	0.420	153.91	4.46	90.43	9.57	8 - 20%
No 50	0.300					
No60	0.250	51.77	1.50	91.93	8.07	
No80	0.180					
No100	0.149	73.85	2.14	94.07	5.93	
No200	0.074	64.88	1.88	95.95	4.05	2 - 8%
BASE		139.76	4.05	100.00	0.00	
TOTAL		3451.00	100.00			
% PERDIDA		4.05				

TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2"

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

P.L.= 3451.00

P.L.= 3311.24

P.P.= 139.76

% W =

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L.L.= 15.06

L.P.=

I.P.=

CARACT. GRANULOMÉTRICAS:

D10= 0.460 Cu= 25.7

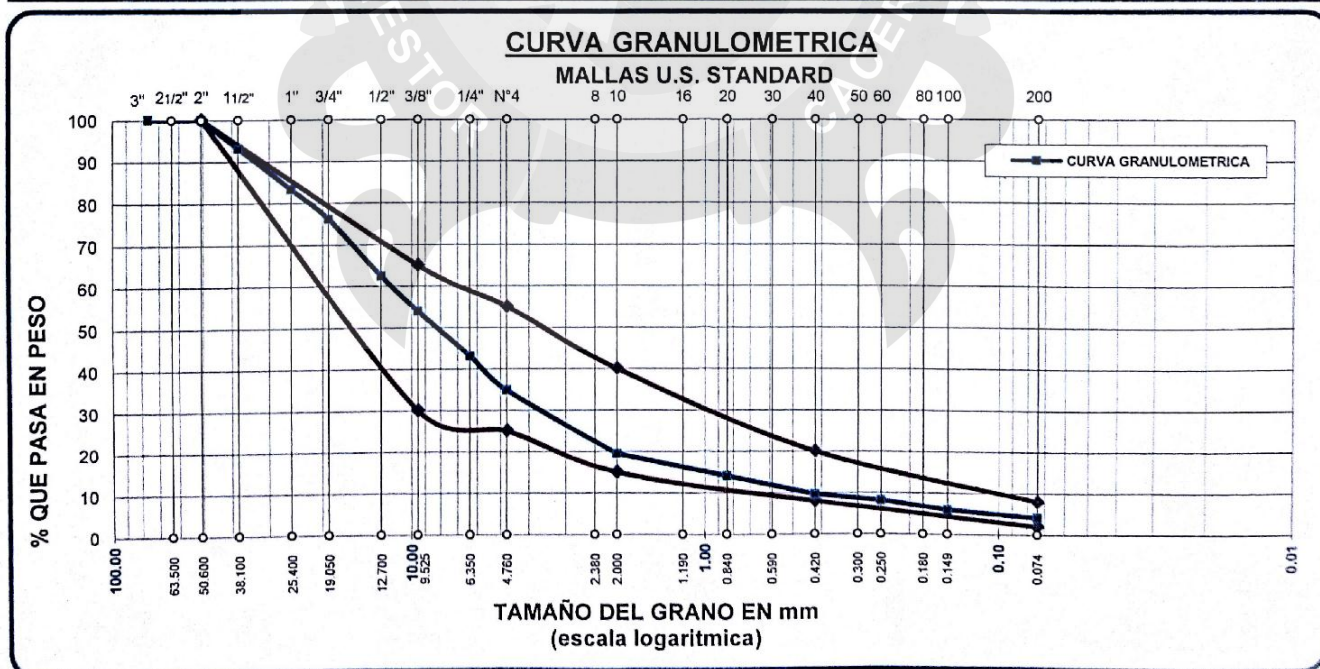
D30= 3.910 Cc= 2.81

D60= 11.82

CLASIFICACION:

SUCS : GW

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FILIAL PUNO

*Henry Wilber Rizalaso Huacani*



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

*Diana Elizabeth Quinto Gastiaburu*





## LÍMITE LÍQUIDO

ASTM - D424 D-4318

### TESIS

: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA  
MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA  
PROVINCIA DE PUNO

### SOLICITANTE

: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

### ASESOR

: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

### UBICACIÓN

: PROVINCIA DE PUNO - PUNO

### MUESTRA

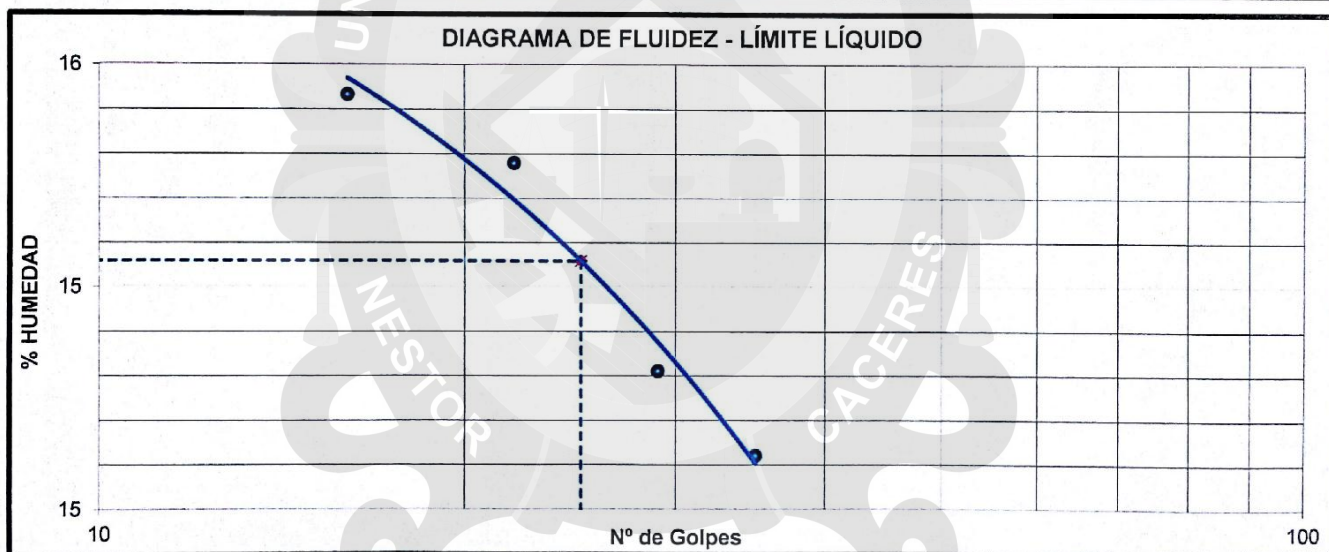
: M - 07

### FECHA

: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

Nro. De Tarro	Nº	C37	C20	C31	C12
Peso de la Tara	gr	21.75	21.97	21.86	22.09
Tara + Suelo Húmedo	gr	45.35	46.08	46.91	48.12
Tara + Suelo Seco	gr	42.34	42.97	43.59	44.64
Agua	gr	3.01	3.11	3.32	3.48
Suelo Seco	gr	20.59	21.00	21.73	22.55
HUMEDAD	%	14.62	14.81	15.28	15.43
Nro. De Golpes	Nº	35	29	22	16

LÍMITES LÍQUIDO	L.L. = 15.06 %
-----------------	----------------



### OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

Bach. Mary Carmen Yana Condori  
ENCARGADA DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega  
CIP. 26510





## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

(NORMA: ASTM D-1557 ; MTC E 115)

TESIS	: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO
SOLICITANTE	: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI
ASESOR	: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU
UBICACIÓN	: PROVINCIA DE PUNO - PUNO
MUESTRA	: M - 07
FECHA	: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

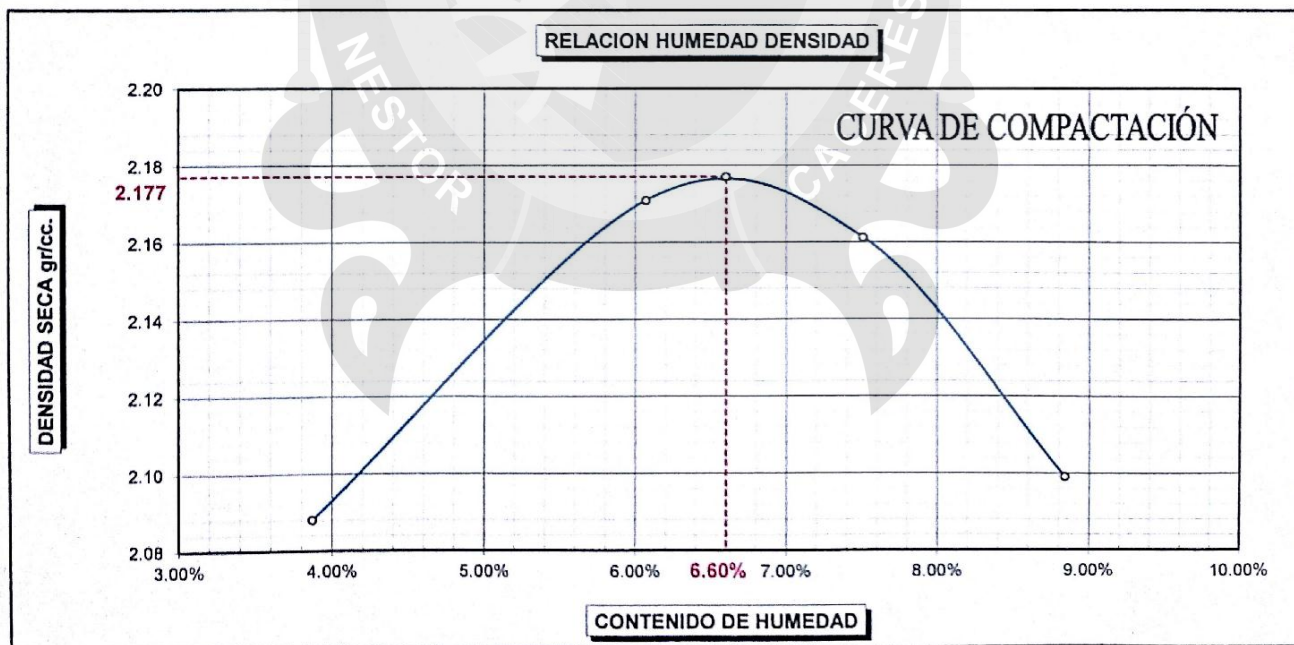
MOLDE No	01	VOLUMEN DEL MOLDE	2114 cc
No DE CAPAS	05	GOLPES POR CAPA	56

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	11016	11299	11343	11261
Peso del Molde	gr.	6431	6431	6431	6431
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	4585	4868	4912	4830
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	2.169	2.303	2.323	2.285

Muestra	-	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
Capsula No	No	T12	T18	T13	C65	C66	C12	C04	C01
Suelo Humedo + Capsula	gr.	205.52	199.80	195.32	199.71	215.84	210.52	205.06	203.07
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	198.75	193.11	185.35	189.58	202.39	197.26	190.31	188.26
Peso del Agua	gr.	6.77	6.69	9.97	10.13	13.45	13.26	14.75	14.81
Peso de la Capsula	gr.	21.99	22.01	21.91	21.86	21.85	22.09	22.12	22.04
Peso del Suelo Seco	gr.	176.76	171.10	163.44	167.72	180.54	175.17	168.19	166.22
% de Humedad	%	3.83%	3.91%	6.10%	6.04%	7.45%	7.57%	8.77%	8.91%
Promedio de Humedad	%	3.87%		6.07%		7.51%		8.84%	
Densidad del Suelo Seco	%	2.088		2.171		2.161		2.099	

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557
METODO	: "C"

MAXIMA DENSIDAD SECA	: 2.177 gr/cc
HUMEDAD OPTIMA	: 6.60 %



**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).







# Ensayos de laboratorio para: M-08



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

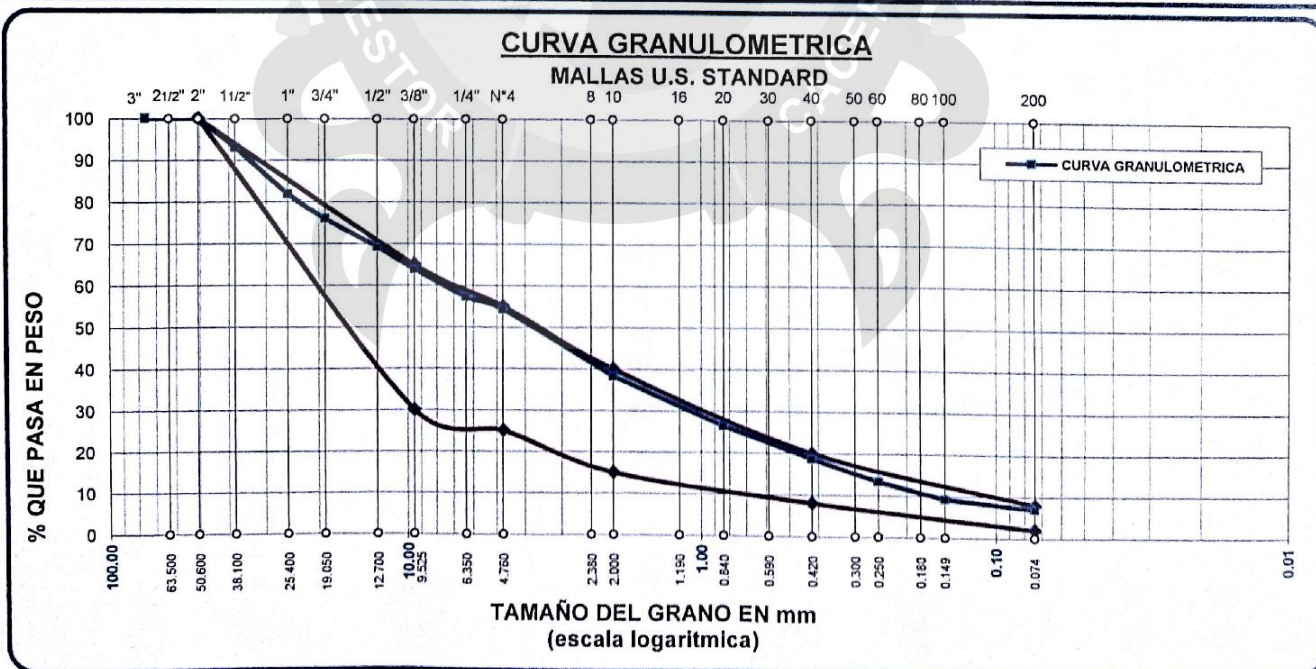
**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA** : M - 08

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2"
3"	76.200						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500						P.I.= 3435.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	P.L.= 3195.24
1 1/2"	38.100	239.76	6.98	6.98	93.02		P.P.= 239.76
1"	25.400	382.32	11.13	18.11	81.89		% W =
3/4"	19.050	203.35	5.92	24.03	75.97		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.700	235.30	6.85	30.88	69.12		L.L.= 19.94
3/8"	9.525	181.02	5.27	36.15	63.85	30 - 65%	L.P.=
1/4"	6.350	229.80	6.69	42.84	57.16		I.P.=
No4	4.760	101.33	2.95	45.79	54.21	25 - 55%	CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.380						D10= 0.169 Cu= 45.6
No10	2.000	549.60	16.00	61.79	38.21	15 - 40%	D30= 1.198 Cc= 1.11
No16	1.190						D60= 7.70
No20	0.840	408.08	11.88	73.67	26.33		CLASIFICACION:
No30	0.590						I.G. =
No40	0.420	265.87	7.74	81.41	18.59	8 - 20%	SUSCS :
No 50	0.300						ASSTHO :
No60	0.250	183.09	5.33	86.74	13.26		OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.149	139.12	4.05	90.79	9.21		
No200	0.074	76.60	2.23	93.02	6.98	2 - 8%	
BASE		239.76	6.98	100.00	0.00		
TOTAL		3435.00	100.00				
% PERDIDA		6.98					



**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FILIAL PUNO

*[Firma]*



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

*[Firma]*





## LÍMITE LIQUIDO

ASTM - D424 D-4318

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

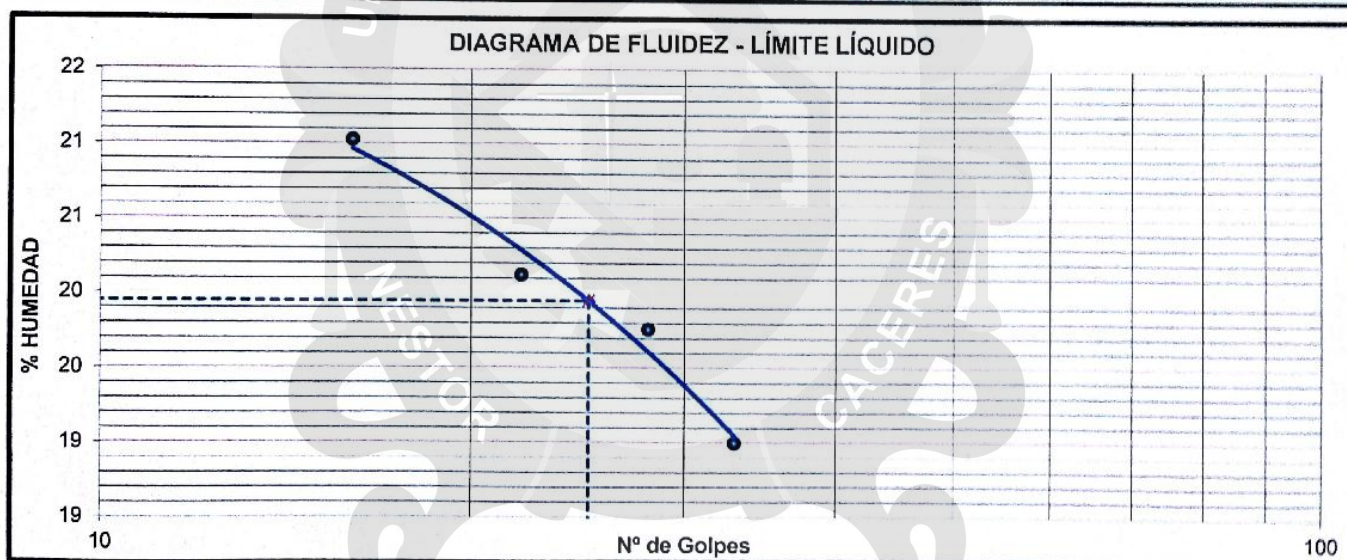
**MUESTRA** : M - 08

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

Nro. De Tarro	Nº	C25	C28	C57	C44
Peso de la Tara	gr	21.66	21.99	21.74	21.84
Tara + Suelo Húmedo	gr	42.71	43.45	44.13	46.65
Tara + Suelo Seco	gr	39.35	39.91	40.38	42.34
Agua	gr	3.36	3.54	3.75	4.31
Suelo Seco	gr	17.69	17.92	18.64	20.50
HUMEDAD	%	18.99	19.75	20.12	21.02
Nro. De Golpes	Nº	33	28	22	16

LÍMITES LIQUIDO

L.L. = 19.94 %



**OBSERVACIONES:**

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

Bach. Mary Carmen Yana Condori  
ENCARGADO DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega  
CIP. 26510



## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

(NORMA: ASTM D-1557 ; MTC E 115)

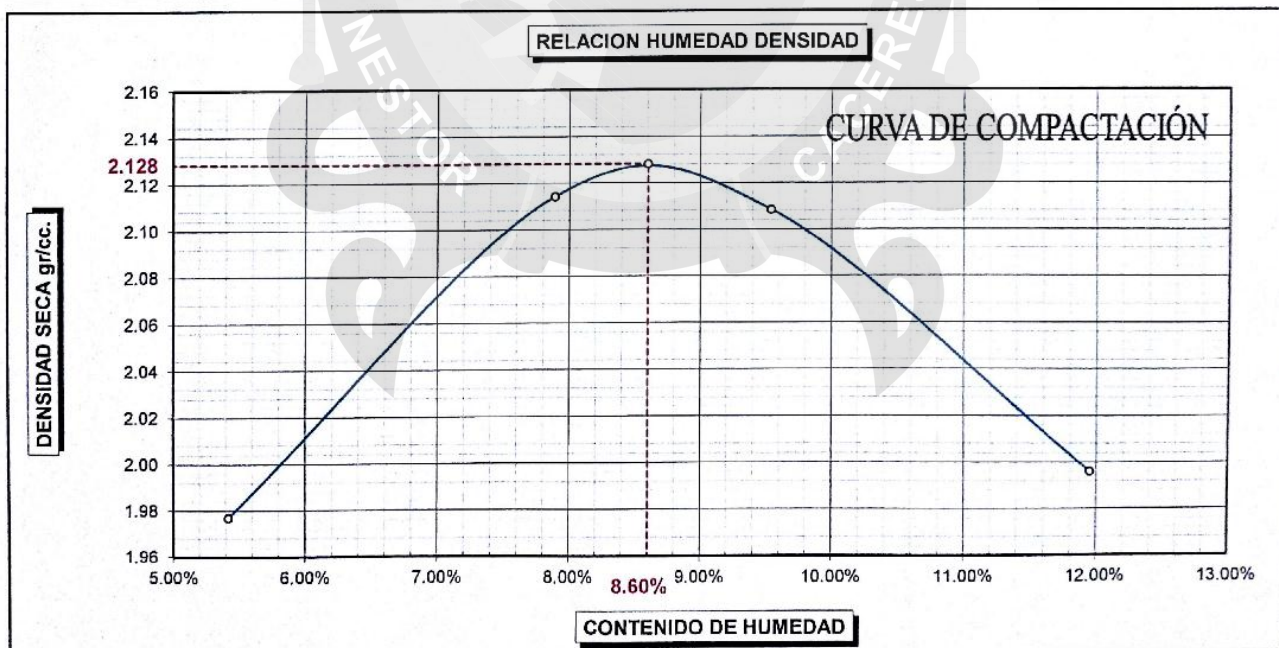
TESIS	: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO
SOLICITANTE	: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI
ASESOR	: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU
UBICACIÓN	: PROVINCIA DE PUNO - PUNO
MUESTRA	: M - 08
FECHA	: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

MOLDE No	01	VOLUMEN DEL MOLDE	2114 cc
No DE CAPAS	05	GOLPES POR CAPA	56

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10837	11253	11313	11155
Peso del Molde	gr.	6431	6431	6431	6431
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	4406	4822	4882	4724
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	2.084	2.281	2.309	2.235

Muestra	-	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
Capsula No	No	C55	C07	C44	C66	C32	C61	C12	T12
Suelo Humedo + Capsula	gr.	220.04	220.88	169.23	173.63	181.08	184.90	165.61	170.22
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	209.79	210.74	158.36	162.62	167.12	170.75	150.13	154.56
Peso del Agua	gr.	10.25	10.14	10.87	11.01	13.96	14.15	15.48	15.66
Peso de la Capsula	gr.	22.06	22.26	21.80	21.83	22.16	21.01	22.09	21.96
Peso del Suelo Seco	gr.	187.73	188.48	136.56	140.79	144.96	149.74	128.04	132.60
% de Humedad	%	5.46%	5.38%	7.96%	7.82%	9.63%	9.45%	12.09%	11.81%
Promedio de Humedad	%	5.42%		7.89%		9.54%		11.95%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.977		2.114		2.108		1.996	

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 2.128 gr/cc
METODO	: "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 8.60 %



**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO  
Bach. Henry y Carmen Yana Condori  
ENCARGADOS DEL LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
FILIAL PUNO  
Ing. J. F. S. S. S.



# Ensayos de laboratorio para: M-09





## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

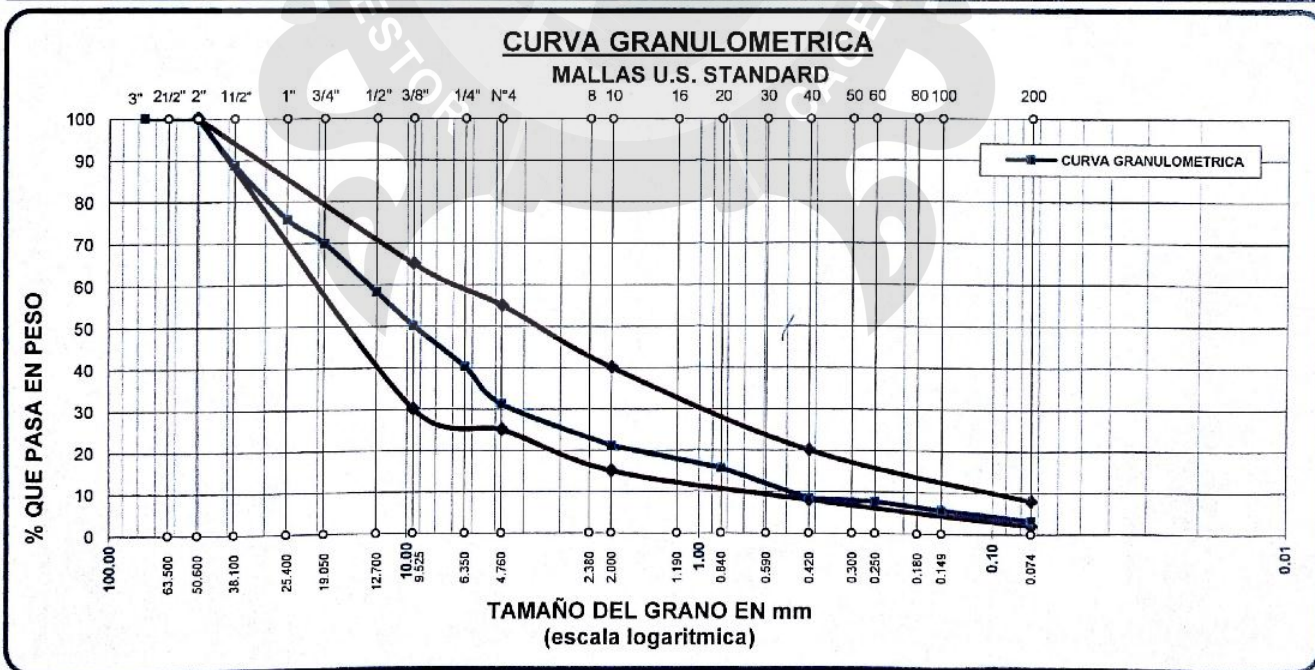
**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA** : M - 09

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2"
3"	76.200						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500						P.I.= 3288.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	P.L.= 3182.46
1 1/2"	38.100	373.52	11.36	11.36	88.64		P.P.= 105.54
1"	25.400	428.10	13.02	24.38	75.62		% W =
3/4"	19.050	190.05	5.78	30.16	69.84		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.700	384.04	11.68	41.84	58.16		L.L.= 14.57
3/8"	9.525	267.31	8.13	49.97	50.03	30 - 65%	L.P.=
1/4"	6.350	327.16	9.95	59.92	40.08		I.P.=
No4	4.760	294.28	8.95	68.87	31.13	25 - 55%	CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.380						D10= 0.518 Cu= 26.4
No10	2.000	332.08	10.10	78.97	21.03	15 - 40%	D30= 4.451 Cc= 2.79
No16	1.190						D60= 13.70
No20	0.840	177.88	5.41	84.38	15.62		CLASIFICACION:
No30	0.590						
No40	0.420	241.01	7.33	91.71	8.29	8 - 20%	SUCS : GW
No 50	0.300						OBSERVACIONES:
No60	0.250	22.03	0.67	92.38	7.62		
No80	0.180						
No100	0.149	65.76	2.00	94.38	5.62		
No200	0.074	79.24	2.41	96.79	3.21	2 - 8%	
BASE		105.54	3.21	100.00	0.00		
TOTAL		3288.00	100.00				
% PERDIDA		3.21					



### OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

*Henry Wilber Rizalaso Hualcani*



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

*Diana Elizabeth Quinto Gastiaburu*





## LÍMITE LIQUIDO

ASTM - D424 D-4318

**TESIS**

: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE**

: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

**ASESOR**

: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN**

: PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA**

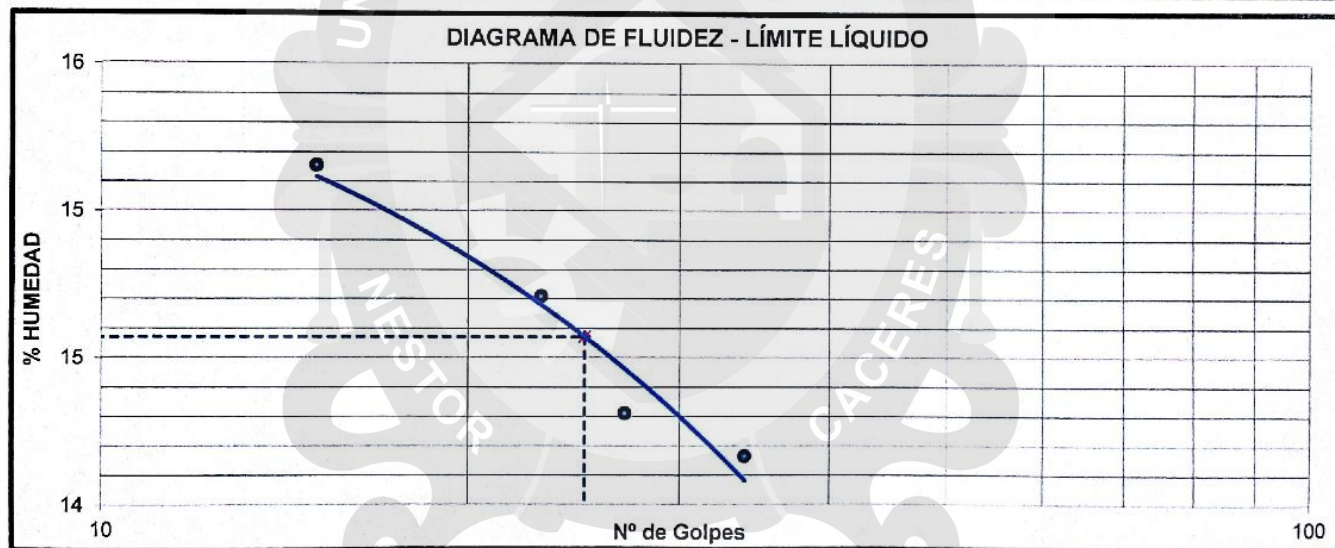
: M - 09

**FECHA**

: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

Nro. De Tarro	Nº	C40	C57	C35	C08
Peso de la Tara	gr	21.71	21.74	22.01	21.97
Tara + Suelo Húmedo	gr	46.94	49.62	50.40	50.24
Tara + Suelo Seco	gr	43.81	46.13	46.76	46.52
Agua	gr	3.13	3.49	3.64	3.72
Suelo Seco	gr	22.10	24.39	24.75	24.55
HUMEDAD	%	14.16	14.31	14.71	15.15
Nro. De Golpes	Nº	34	27	23	15

LÍMITES LIQUIDO	L.L. = 14.57 %
-----------------	----------------



**OBSERVACIONES:**

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

Ba. Mary Carmen Yana Condori  
ENCARGADA DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega  
CIP. 26510



## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

(NORMA: ASTM D-1557 ; MTC E 115)

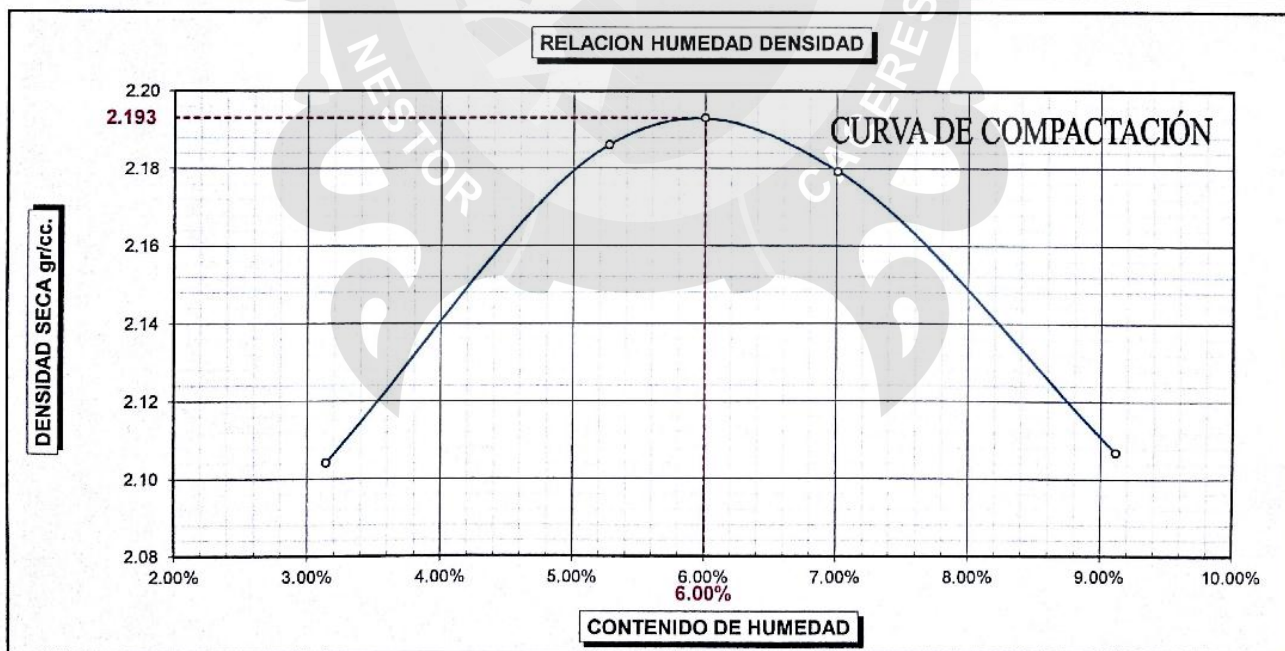
TESIS	: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO
SOLICITANTE	: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI
ASESOR	: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU
UBICACIÓN	: PROVINCIA DE PUNO - PUNO
MUESTRA	: M - 09
FECHA	: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

MOLDE No	01	VOLUMEN DEL MOLDE	2114 cc
No DE CAPAS	05	GOLPES POR CAPA	56

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	11019	11296	11361	11291
Peso del Molde	gr.	6431	6431	6431	6431
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	4588	4865	4930	4860
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	2.170	2.301	2.332	2.299

Muestra	-	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
Capsula No	No	C31	C14	C19	C45	C03	C12	C19	C65
Suelo Humedo + Capsula	gr.	226.06	224.41	212.06	221.30	217.64	221.45	204.88	209.81
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	219.92	218.16	202.61	211.26	204.77	208.46	189.65	194.07
Peso del Agua	gr.	6.14	6.25	9.45	10.04	12.87	12.99	15.23	15.74
Peso de la Capsula	gr.	21.86	21.62	21.92	22.18	22.22	22.09	21.92	21.96
Peso del Suelo Seco	gr.	198.06	196.54	180.69	189.08	182.55	186.37	167.73	172.11
% de Humedad	%	3.10%	3.18%	5.23%	5.31%	7.05%	6.97%	9.08%	9.15%
Promedio de Humedad	%	3.14%		5.27%		7.01%		9.11%	
Densidad del Suelo Seco	%	2.104		2.186		2.179		2.107	

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 2.193 gr/cc
METODO	: "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 6.00 %



**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



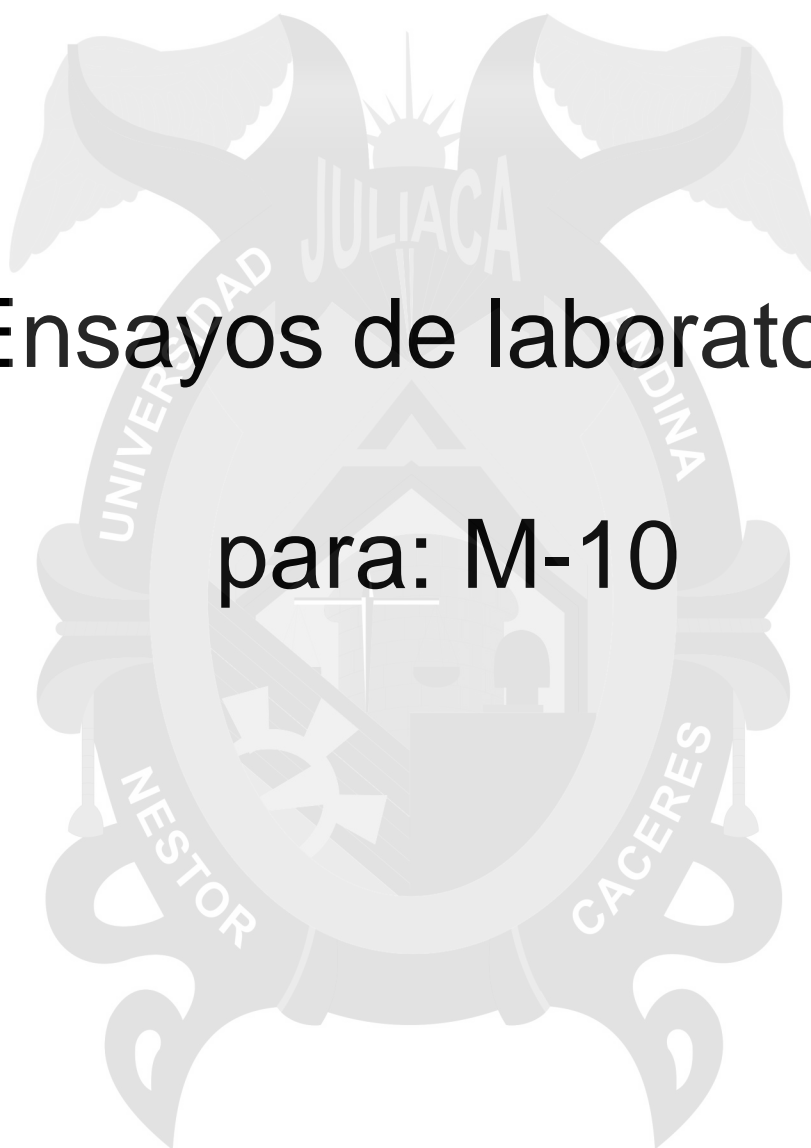
UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO  
*Mary Carmen Yana Condori*  
ENCARGADA DEL LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
FILIAL PUNO



# Ensayos de laboratorio para: M-10







## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

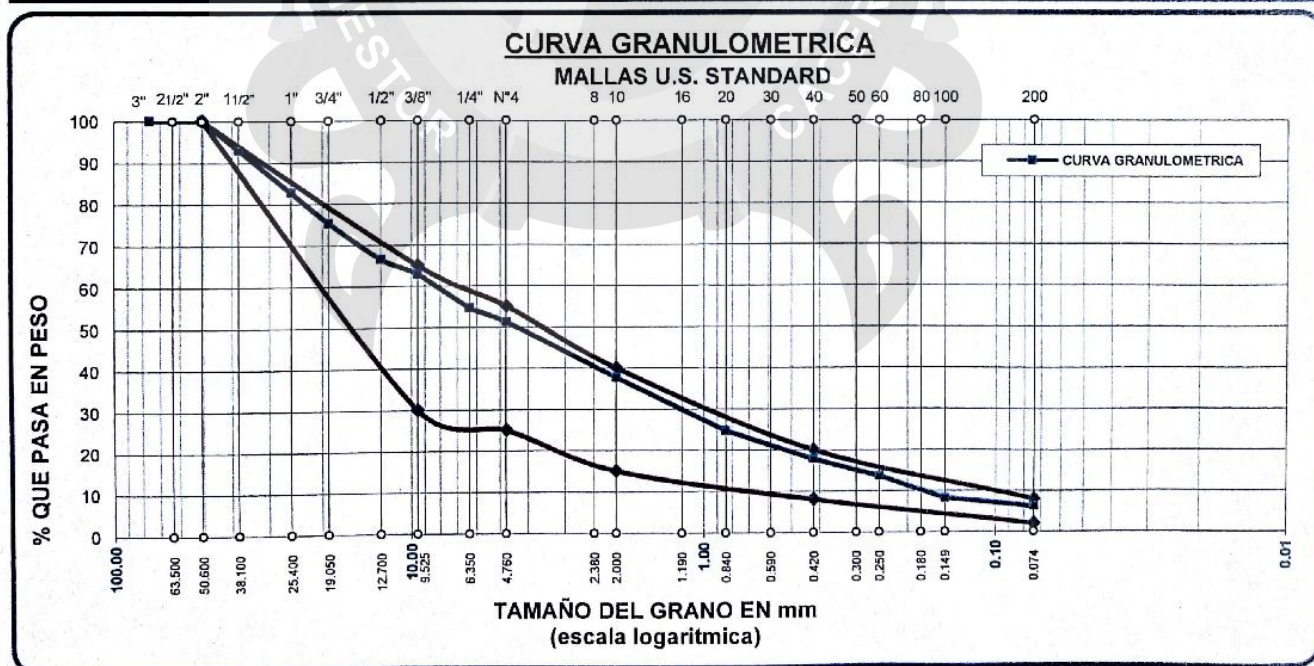
**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA** : M - 10

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2"
3"	76.200						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500						P.I.= 3329.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	P.L.= 3124.94
1 1/2"	38.100	235.03	7.06	7.06	92.94		P.P.= 204.06
1"	25.400	342.89	10.30	17.36	82.64		% W =
3/4"	19.050	243.68	7.32	24.68	75.32		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.700	292.29	8.78	33.46	66.54		L.L.= 19.68
3/8"	9.525	124.84	3.75	37.21	62.79	30 - 65%	L.P.=
1/4"	6.350	272.31	8.18	45.39	54.61		I.P.=
No4	4.760	115.18	3.46	48.85	51.15	25 - 55%	CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.380						D10= 0.184 Cu= 46
No10	2.000	449.75	13.51	62.36	37.64	15 - 40%	D30= 1.322 Cc= 1.13
No16	1.190						D60= 8.44
No20	0.840	435.43	13.08	75.44	24.56		CLASIFICACION:
No30	0.590						SUCS :
No40	0.420	227.70	6.84	82.28	17.72	8 - 20%	OBSERVACIONES:
No 50	0.300						
No60	0.250	138.49	4.16	86.44	13.56		
No80	0.180						
No100	0.149	180.10	5.41	91.85	8.15		
No200	0.074	67.25	2.02	93.87	6.13	2 - 8%	
BASE		204.06	6.13	100.00	0.00		
TOTAL		3329.00	100.00				
% PERDIDA		6.13					



### OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

*Henry Wilber Rizalaso Huaicani*



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

*Diana Elizabeth Quinto Gastiaburu*





## LÍMITE LÍQUIDO

ASTM - D424 D-4318

**TESIS**

: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE**

: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

**ASESOR**

: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN**

: PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA**

: M - 10

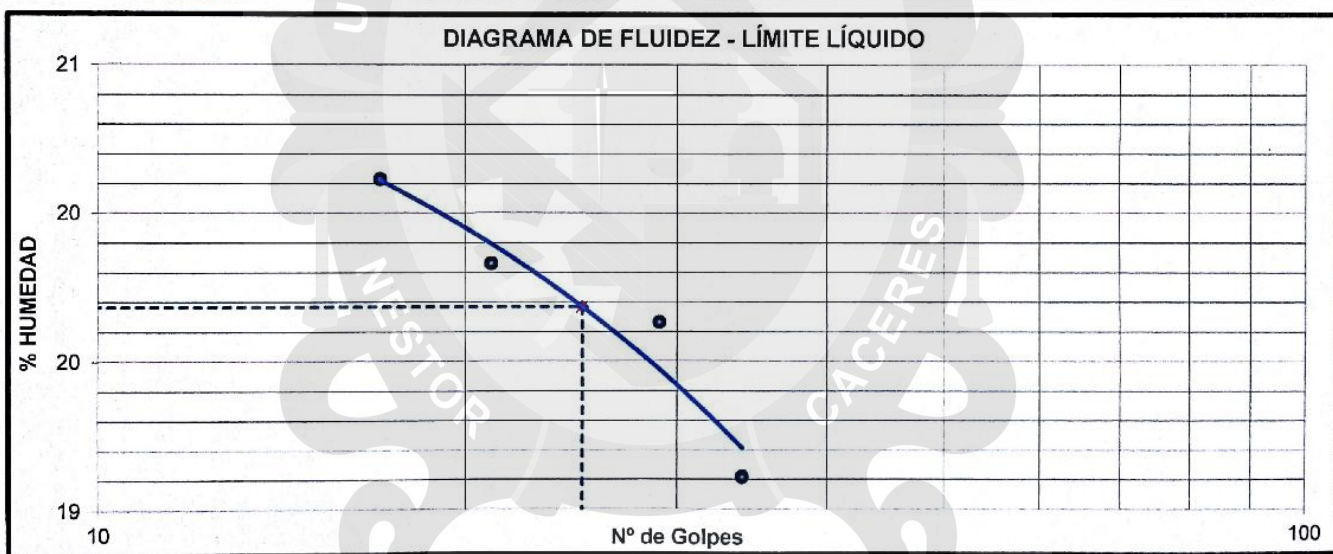
**FECHA**

: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

Nro. De Tarro	Nº	C26	T11	C55	C01
Peso de la Tara	gr	21.70	22.58	22.09	22.04
Tara + Suelo Húmedo	gr	43.02	43.85	44.51	47.54
Tara + Suelo Seco	gr	39.60	40.36	40.80	43.27
Agua	gr	3.42	3.49	3.71	4.27
Suelo Seco	gr	17.90	17.78	18.71	21.23
HUMEDAD	%	19.11	19.63	19.83	20.11
Nro. De Golpes	Nº	34	29	21	17

LÍMITES LÍQUIDO

L.L. = 19.68 %



**OBSERVACIONES:**

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

Bach. I.C. Mary Carmen Yana Condori  
ENCARGADA DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega  
CIP. 26510





## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

(NORMA: ASTM D-1557 ; MTC E 115)

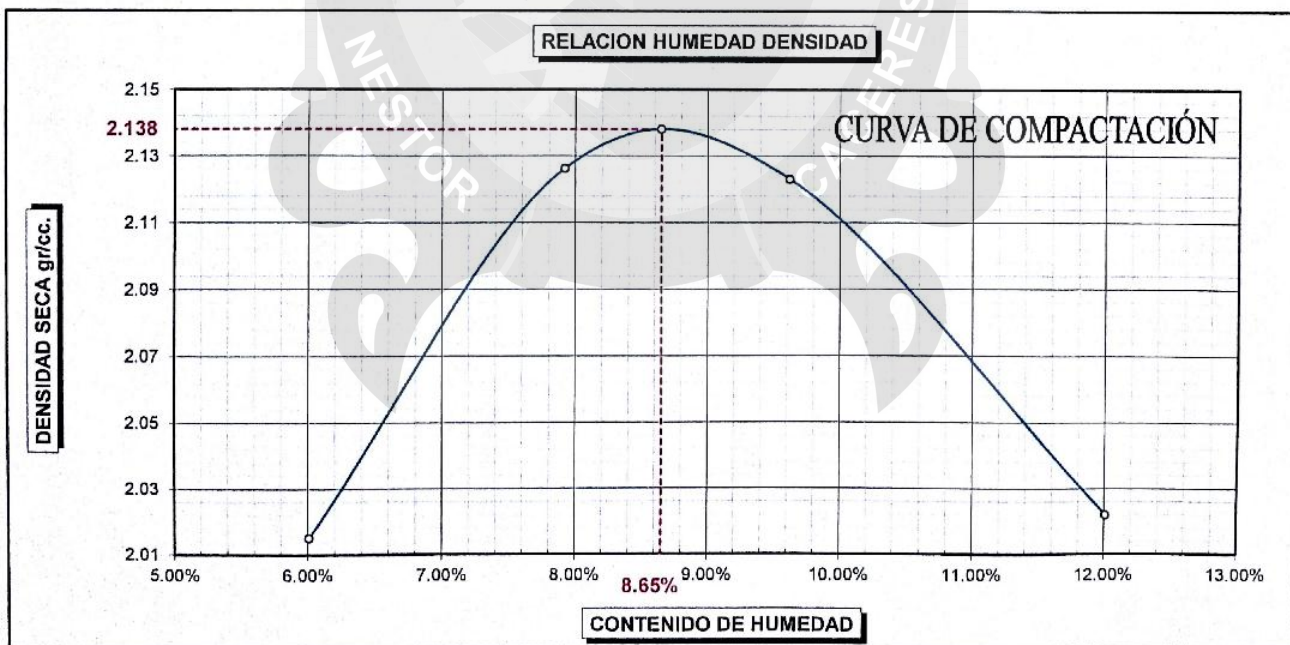
TESIS	: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO
SOLICITANTE	: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI
ASESOR	: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU
UBICACIÓN	: PROVINCIA DE PUNO - PUNO
MUESTRA	: M - 10
FECHA	: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

MOLDE No	01	VOLUMEN DEL MOLDE	2114 cc
No DE CAPAS	05	GOLPES POR CAPA	56

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10947	11282	11351	11219
Peso del Molde	gr.	6431	6431	6431	6431
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	4516	4851	4920	4788
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	2.136	2.295	2.327	2.265

Muestra	-	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
Capsula No	No	C01	C25	C55	T11	C20	C46	T06	C48
Suelo Humedo + Capsula	gr.	212.04	220.34	189.78	207.61	182.30	191.95	169.10	173.53
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	201.15	209.20	177.33	194.19	168.15	177.13	153.24	157.39
Peso del Agua	gr.	10.89	11.14	12.45	13.42	14.15	14.82	15.86	16.14
Peso de la Capsula	gr.	22.04	21.66	22.09	22.58	21.97	22.11	22.17	21.99
Peso del Suelo Seco	gr.	179.11	187.54	155.24	171.61	146.18	155.02	131.07	135.40
% de Humedad	%	6.08%	5.94%	8.02%	7.82%	9.68%	9.56%	12.10%	11.92%
Promedio de Humedad	%	6.01%		7.92%		9.62%		12.01%	
Densidad del Suelo Seco	%	2.015		2.126		2.123		2.022	

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 2.138 gr/cc
METODO	: "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 8.65 %



**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

Bach. Ing. Carmen Yana Condori  
ENCARGADA DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



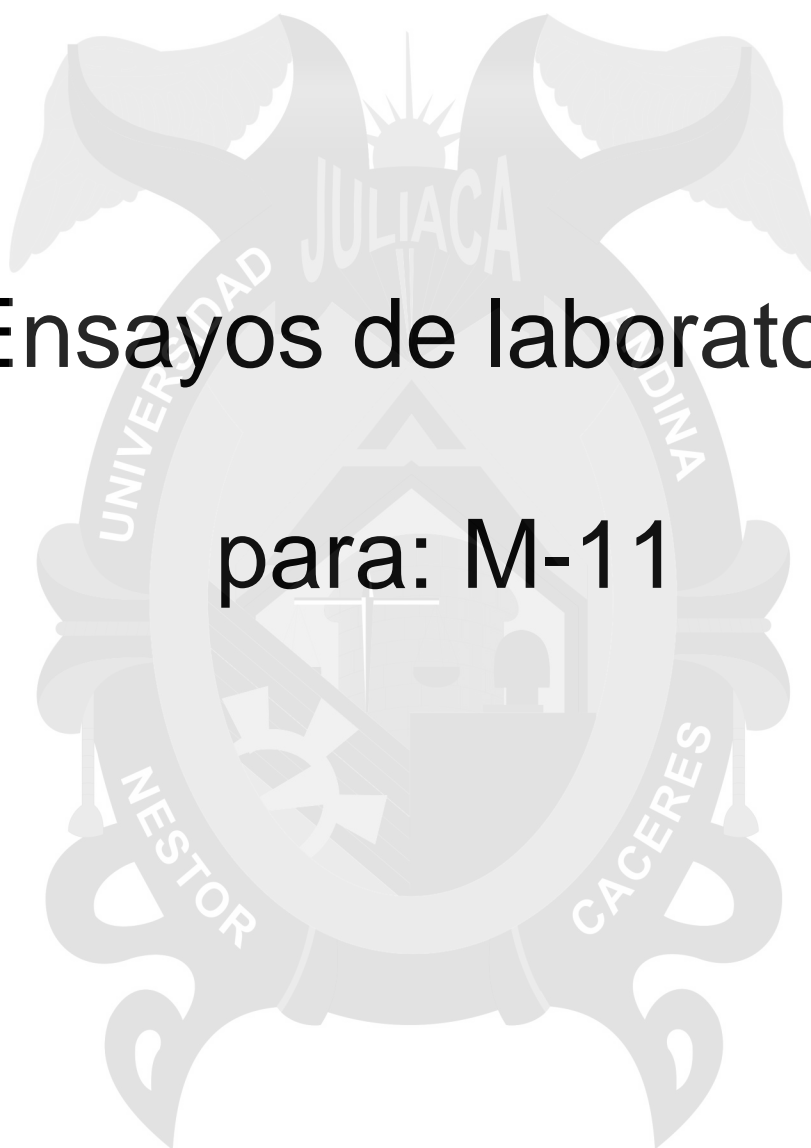
UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidación Vega  
CIP 28510





# Ensayos de laboratorio para: M-11





## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

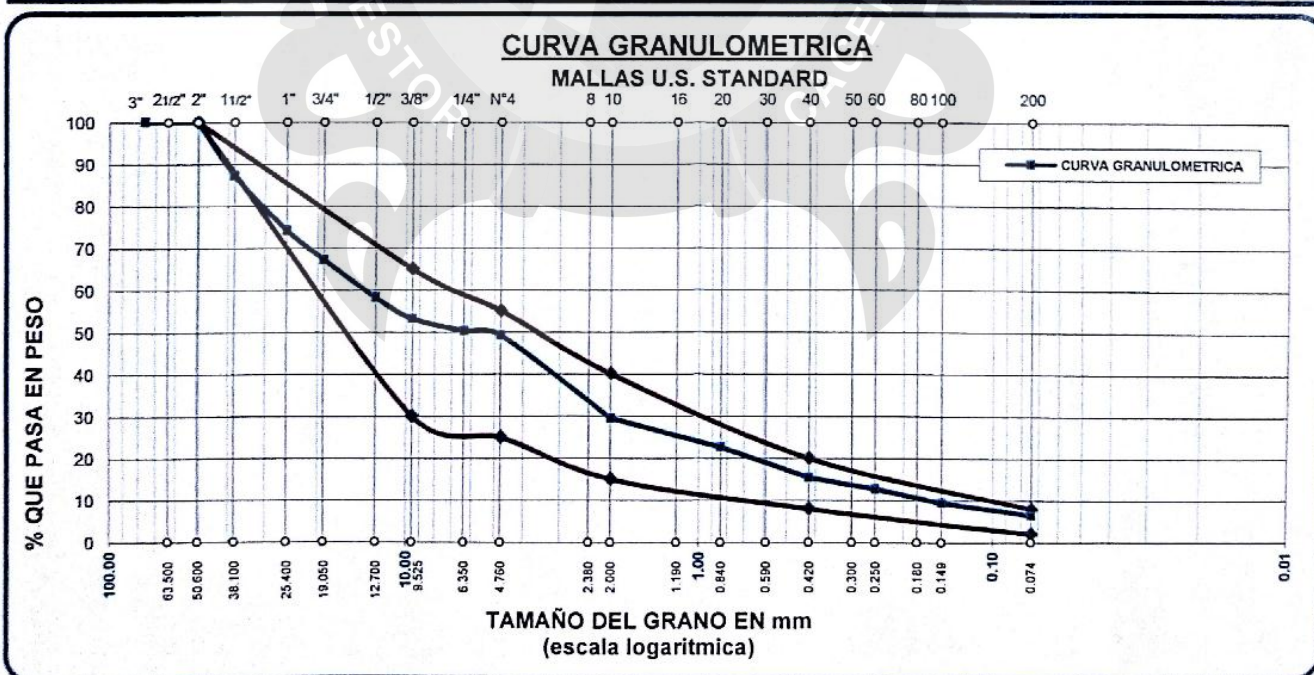
**ASESOR** : Mgr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA** : M - 11

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO: 1 1/2"
3"	76.200						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500						P.I.= 3331.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	P.L.= 3116.49
1 1/2"	38.100	424.37	12.74	12.74	87.26		P.P.= 214.51
1"	25.400	436.69	13.11	25.85	74.15		% W=
3/4"	19.050	232.17	6.97	32.82	67.18		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.700	300.79	9.03	41.85	58.15		L.L.= 18.81
3/8"	9.525	166.88	5.01	46.86	53.14	30 - 65%	L.P.=
1/4"	6.350	96.27	2.89	49.75	50.25		I.P.=
No4	4.760	37.99	1.14	50.89	49.11	25 - 55%	CHARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.380						D10= 0.169 Cu= 83
No10	2.000	657.87	19.75	70.64	29.36	15 - 40%	D30= 2.089 Cc= 1.85
No16	1.190						D60= 14.00
No20	0.840	228.17	6.85	77.49	22.51		CLASIFICACION:
No30	0.590						
No40	0.420	237.83	7.14	84.63	15.37	8 - 20%	SUCS :
No 50	0.300						
No60	0.250	91.27	2.74	87.37	12.63		
No80	0.180						
No100	0.149	108.92	3.27	90.64	9.36		
No200	0.074	97.27	2.92	93.56	6.44	2 - 8%	OBSERVACIONES:
BASE		214.51	6.44	100.00	0.00		
TOTAL		3331.00	100.00				
% PERDIDA		6.44					



### OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
FILIAL PUNO





## LÍMITE LÍQUIDO

ASTM - D424 D-4318

TESIS : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

SOLICITANTE : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

ASESOR : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

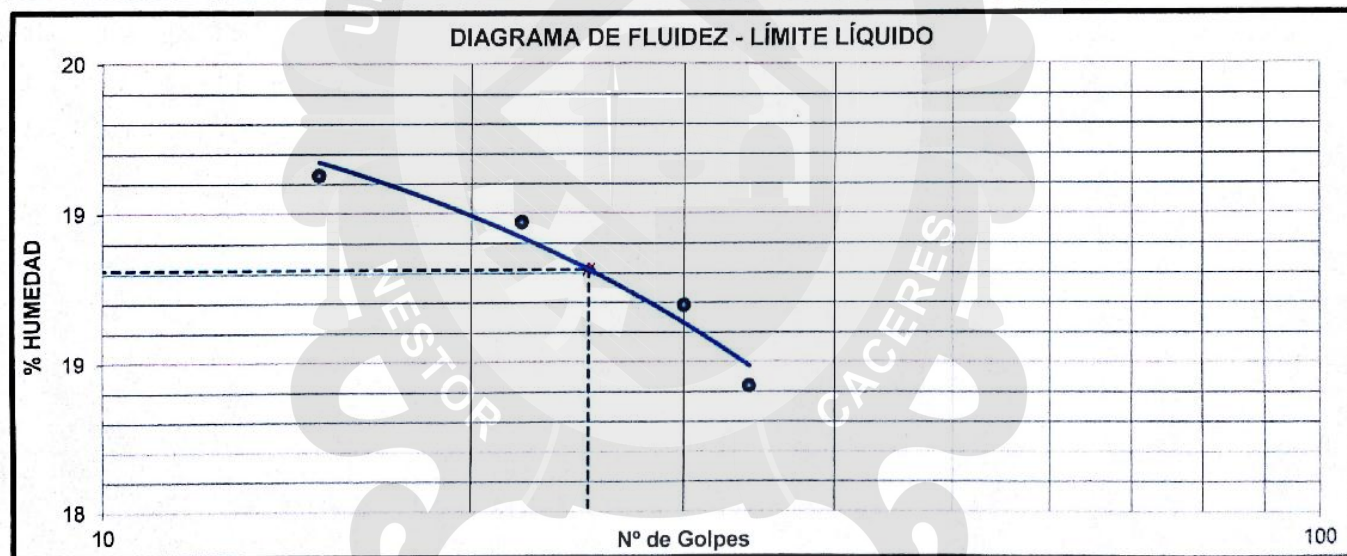
UBICACIÓN : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

MUESTRA : M - 11

FECHA : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

Nro. De Tarro	Nº	T18	C58	C04	C13
Peso de la Tara	gr	22.01	21.91	22.12	21.86
Tara + Suelo Húmedo	gr	49.40	51.06	51.66	52.13
Tara + Suelo Seco	gr	45.14	46.47	46.95	47.27
Agua	gr	4.26	4.59	4.71	4.86
Suelo Seco	gr	23.13	24.56	24.83	25.41
HUMEDAD	%	18.42	18.69	18.97	19.13
Nro. De Golpes	Nº	34	30	22	15

LÍMITES LÍQUIDO	L.L. = 18.81 %
-----------------	----------------



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

Bach. I.C. May y Carmen Yana Condori  
ENCARGADO DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega  
CIP. 26510



## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

(NORMA: ASTM D-1557 ; MTC E 115)

<b>TESIS</b>	: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO
<b>SOLICITANTE</b>	: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI
<b>ASESOR</b>	: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU
<b>UBICACIÓN</b>	: PROVINCIA DE PUNO - PUNO
<b>MUESTRA</b>	: M - 11
<b>FECHA</b>	: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

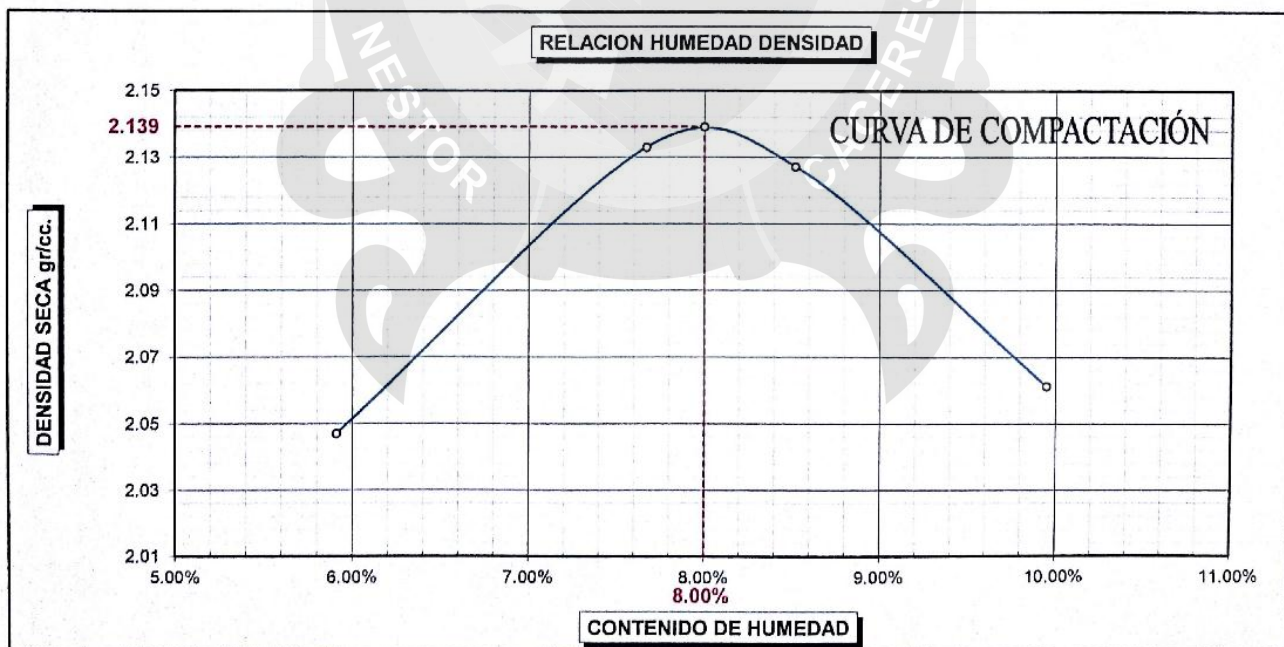
<b>MOLDE No</b>	01	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	2114 cc
<b>No DE CAPAS</b>	05	<b>GOLPES POR CAPA</b>	56

<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	11014	11286	11311	11222
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6431	6431	6431	6431
<b>Peso del Suelo Humedo</b>	gr/cc	4583	4855	4880	4791
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cc	2.168	2.296	2.308	2.266

Muestra	-	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
<b>Capsula No</b>	No	C22	C29	T18	C61	C18	C44	T04	T09
<b>Suelo Humedo + Capsula</b>	gr.	217.23	211.66	185.08	195.85	210.79	210.48	203.25	204.89
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	206.21	201.19	173.52	183.40	196.05	195.59	187.01	188.24
<b>Peso del Agua</b>	gr.	11.02	10.47	11.56	12.45	14.74	14.89	16.24	16.65
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	21.93	21.91	22.01	21.92	22.02	21.84	22.47	22.24
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	184.28	179.28	151.51	161.48	174.03	173.75	164.54	166.00
<b>% de Humedad</b>	%	5.98%	5.84%	7.63%	7.71%	8.47%	8.57%	9.87%	10.03%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	5.91%		7.67%		8.52%		9.95%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	2.047		2.133		2.127		2.061	

<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	: ASTM D-1557
<b>METODO</b>	: "C"

<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	: 2.139 gr/cc
<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	: 8.00 %



**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

*Henry Wilber Rizalaso Huaicani*  
Bachiller en Ingeniería Civil



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

*Henry Wilber Rizalaso Huaicani*  
Bachiller en Ingeniería Civil



# Ensayos de laboratorio para: M-12





## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

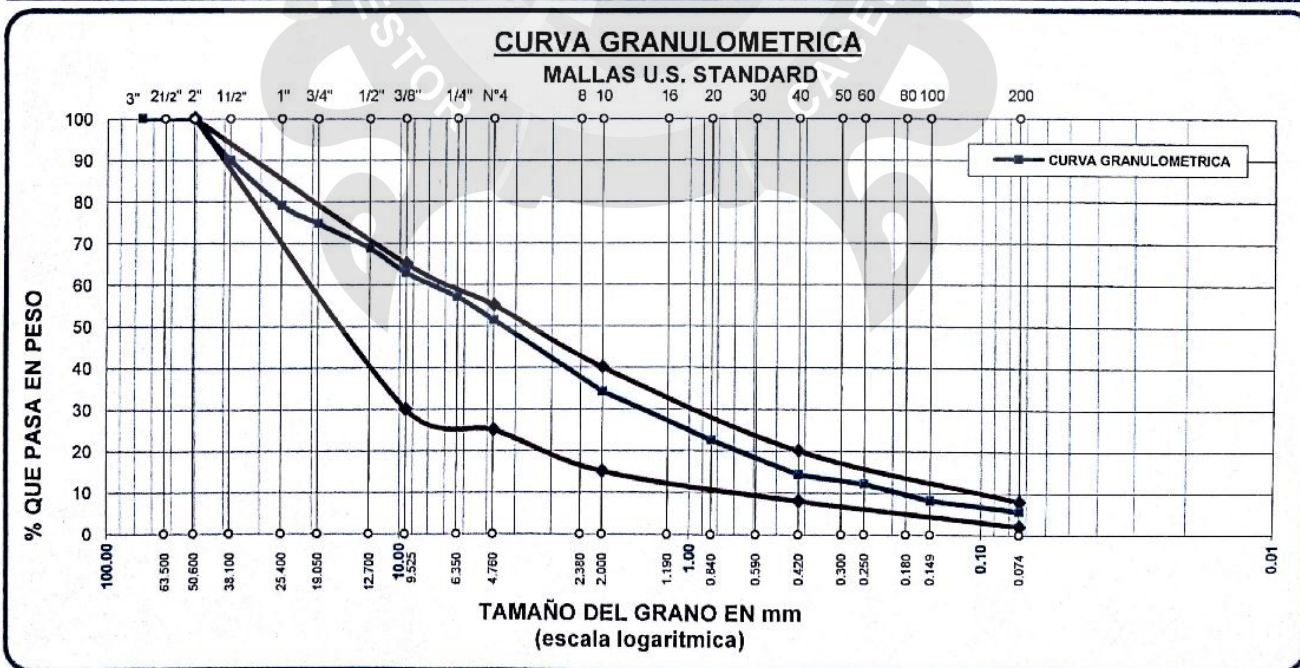
**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA** : M - 12

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2"
3"	76.200						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500						P.I.= 3311.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	P.L.= 3126.91
1 1/2"	38.100	338.05	10.21	10.21	89.79		P.P.= 184.09
1"	25.400	357.59	10.80	21.01	78.99		% W =
3/4"	19.050	144.36	4.36	25.37	74.63		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.700	195.68	5.91	31.28	68.72		L.L.= 17.66
3/8"	9.525	196.67	5.94	37.22	62.78	30 - 65%	L.P.=
1/4"	6.350	194.36	5.87	43.09	56.91		I.P.=
No4	4.760	181.77	5.49	48.58	51.42	25 - 55%	CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.380						D10= 0.197 Cu= 40.7
No10	2.000	572.81	17.30	65.88	34.12	15 - 40%	D30= 1.592 Cc= 1.6
No16	1.190						D60= 8.02
No20	0.840	387.72	11.71	77.59	22.41		CLASIFICACION:
No30	0.590						
No40	0.420	270.84	8.18	85.77	14.23	8 - 20%	
No 50	0.300						SUCS :
No60	0.250	71.52	2.16	87.93	12.07		
No80	0.180						OBSERVACIONES:
No100	0.149	130.45	3.94	91.87	8.13		
No200	0.074	85.09	2.57	94.44	5.56	2 - 8%	
BASE		184.09	5.56	100.00	0.00		
TOTAL		3311.00	100.00				
% PERDIDA		5.56					



### OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

*Henry Wilber Rizalaso Huacani*



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

*Diana Elizabeth Quinto Gastiaburu*





## LÍMITE LIQUIDO

ASTM - D424 D-4318

TESIS : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

SOLICITANTE : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

ASESOR : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

UBICACIÓN : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

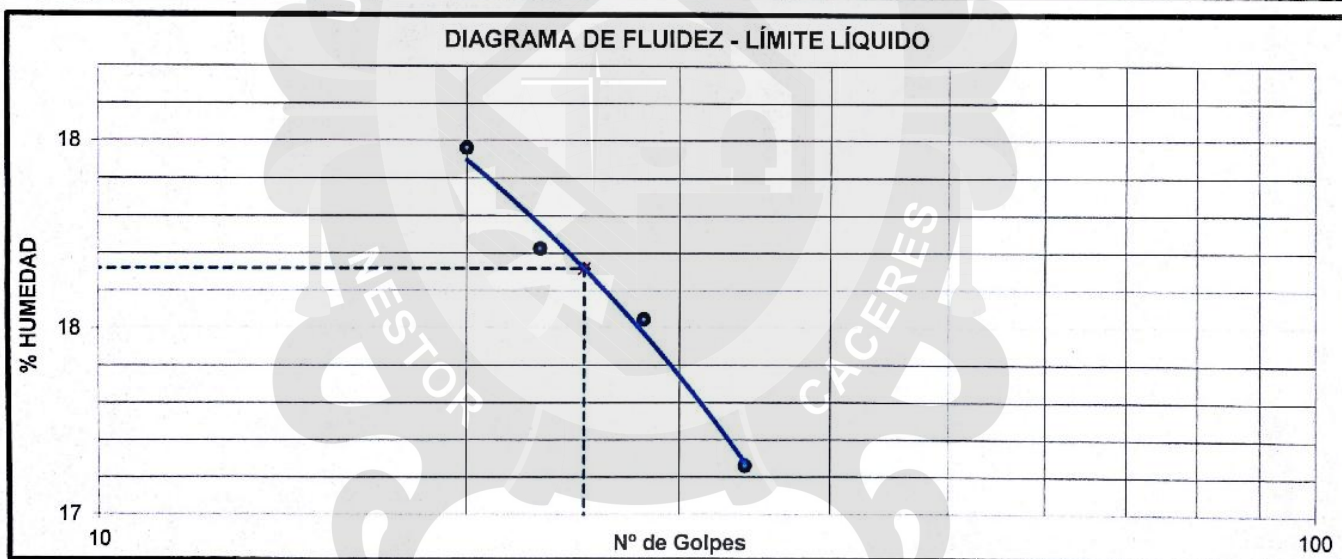
MUESTRA : M - 12

FECHA : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

Nro. De Tarro	Nº	T04	T07	C65	C49
Peso de la Tara	gr	22.47	22.97	21.86	21.89
Tara + Suelo Húmedo	gr	52.49	53.22	53.03	53.19
Tara + Suelo Seco	gr	48.10	48.71	48.34	48.42
Agua	gr	4.39	4.51	4.69	4.77
Suelo Seco	gr	25.63	25.74	26.48	26.53
HUMEDAD	%	17.13	17.52	17.71	17.98
Nro. De Golpes	Nº	34	28	23	20

LÍMITES LIQUIDO

L.L. = 17.66 %



### OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

Bach. Ing. Mary Carmen Yana Condori  
ENCARGADA DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega  
CIP. 26510



## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

(NORMA: ASTM D-1557 ; MTC E 115)

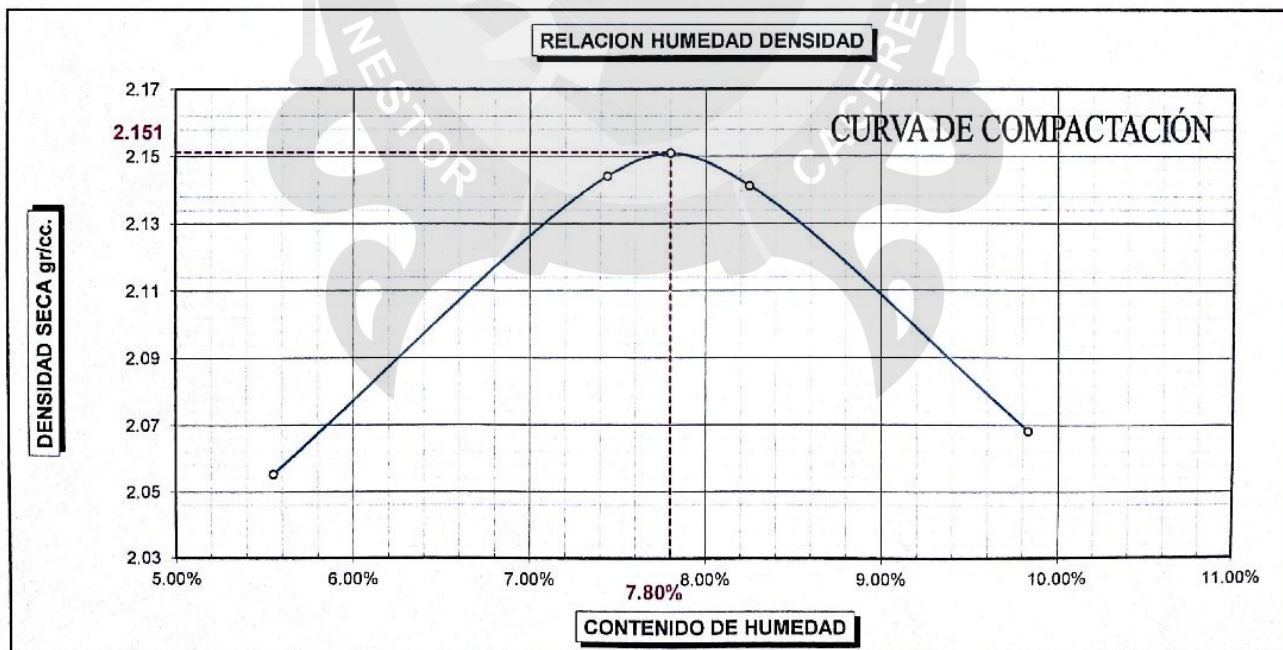
TESIS	: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO
SOLICITANTE	: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI
ASESOR	: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU
UBICACIÓN	: PROVINCIA DE PUNO - PUNO
MUESTRA	: M - 12
FECHA	: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

MOLDE No	01	VOLUMEN DEL MOLDE	2114 cc
No DE CAPAS	05	GOLPES POR CAPA	56

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	11017	11301	11331	11233
Peso del Molde	gr.	6431	6431	6431	6431
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	4586	4870	4900	4802
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	2.169	2.304	2.318	2.271

Muestra	-	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
Capsula No	No	C09	C33	C64	C41	C14	C49	T01	C08
Suelo Humedo + Capsula	gr.	210.80	200.96	196.40	195.13	201.50	208.01	204.49	209.36
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	200.94	191.49	184.43	183.01	187.75	193.88	188.07	192.65
Peso del Agua	gr.	9.86	9.47	11.97	12.12	13.75	14.13	16.42	16.71
Peso de la Capsula	gr.	21.99	22.08	22.01	21.63	21.89	21.77	21.71	21.97
Peso del Suelo Seco	gr.	178.95	169.41	162.42	161.38	165.86	172.11	166.36	170.68
% de Humedad	%	5.51%	5.59%	7.37%	7.51%	8.29%	8.21%	9.87%	9.79%
Promedio de Humedad	%	5.55%		7.44%		8.25%		9.83%	
Densidad del Suelo Seco	%	2.055		2.144		2.141		2.068	

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 2.151 gr/cc
METODO	: "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 7.80 %



**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



# Ensayos de laboratorio para: M-13





## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

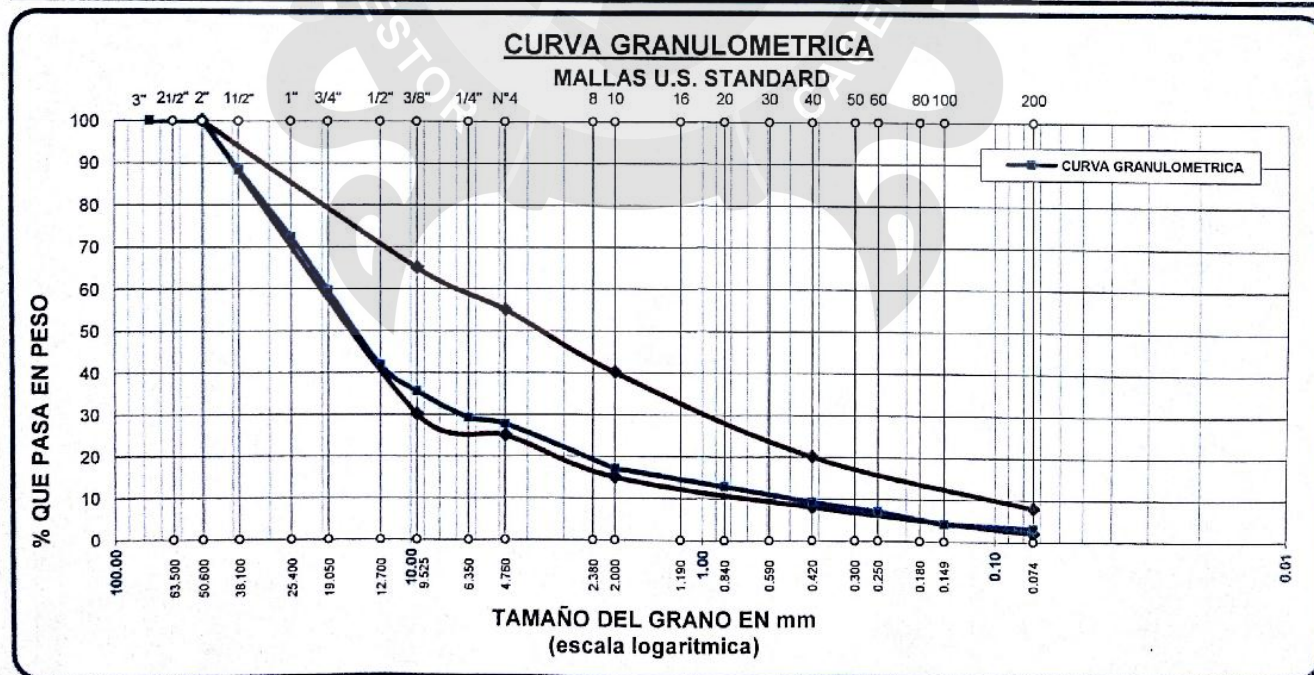
**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA** : M - 13

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2"
3"	76.200						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500						P.I.= 3334.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	P.L.= 3228.98
1 1/2"	38.100	391.41	11.74	11.74	88.26		P.P.= 105.02
1"	25.400	536.44	16.09	27.83	72.17		% W=
3/4"	19.050	423.42	12.70	40.53	59.47		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.700	594.12	17.82	58.35	41.65		L.L.= 14.81
3/8"	9.525	207.71	6.23	64.58	35.42	30 - 65%	L.P.=
1/4"	6.350	209.04	6.27	70.85	29.15		I.P.=
No4	4.760	50.34	1.51	72.36	27.64	25 - 55%	CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.380						D10= 0.521 Cu= 37.1
No10	2.000	355.07	10.65	83.01	16.99	15 - 40%	D30= 6.780 Cc= 4.57
No16	1.190						D60= 19.31
No20	0.840	140.03	4.20	87.21	12.79		CLASIFICACION:
No30	0.590						
No40	0.420	122.36	3.67	90.88	9.12	8 - 20%	
No 50	0.300						SUCS :
No60	0.250	72.68	2.18	93.06	6.94		
No80	0.180						OBSERVACIONES:
No100	0.149	94.35	2.83	95.89	4.11		
No200	0.074	32.01	0.96	96.85	3.15	2 - 8%	
BASE		105.02	3.15	100.00	0.00		
TOTAL		3334.00	100.00				
% PERDIDA		3.15					



### OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO



## LÍMITE LIQUIDO

ASTM - D424 D-4318

**TESIS**

: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE**

: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

**ASESOR**

: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN**

: PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA**

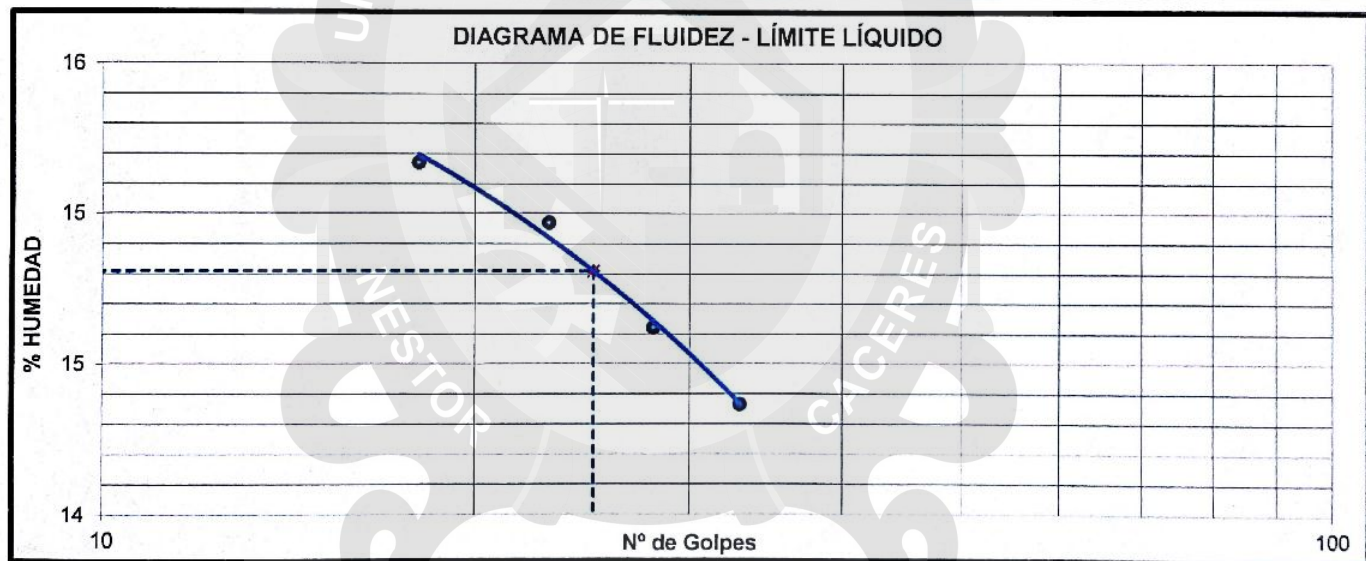
: M - 13

**FECHA**

: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

Nro. De Tarro	Nº	C65	C55	C45	C28
Peso de la Tara	gr	21.86	22.09	22.18	21.99
Tara + Suelo Húmedo	gr	47.42	48.67	49.37	49.40
Tara + Suelo Seco	gr	44.21	45.28	45.83	45.79
Agua	gr	3.21	3.39	3.54	3.61
Suelo Seco	gr	22.35	23.19	23.65	23.80
HUMEDAD	%	14.36	14.62	14.97	15.17
Nro. De Golpes	Nº	33	28	23	18

LÍMITES LIQUIDO	L.L. = 14.81 %
-----------------	----------------



**OBSERVACIONES:**

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

Bach. Lc. Mary Carmen Yana Condori  
ENCARGADO DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega  
CIP 26510



## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

(NORMA: ASTM D-1557 ; MTC E 115)

<b>TESIS</b>	: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO
<b>SOLICITANTE</b>	: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI
<b>ASESOR</b>	: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU
<b>UBICACIÓN</b>	: PROVINCIA DE PUNO - PUNO
<b>MUESTRA</b>	: M - 13
<b>FECHA</b>	: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

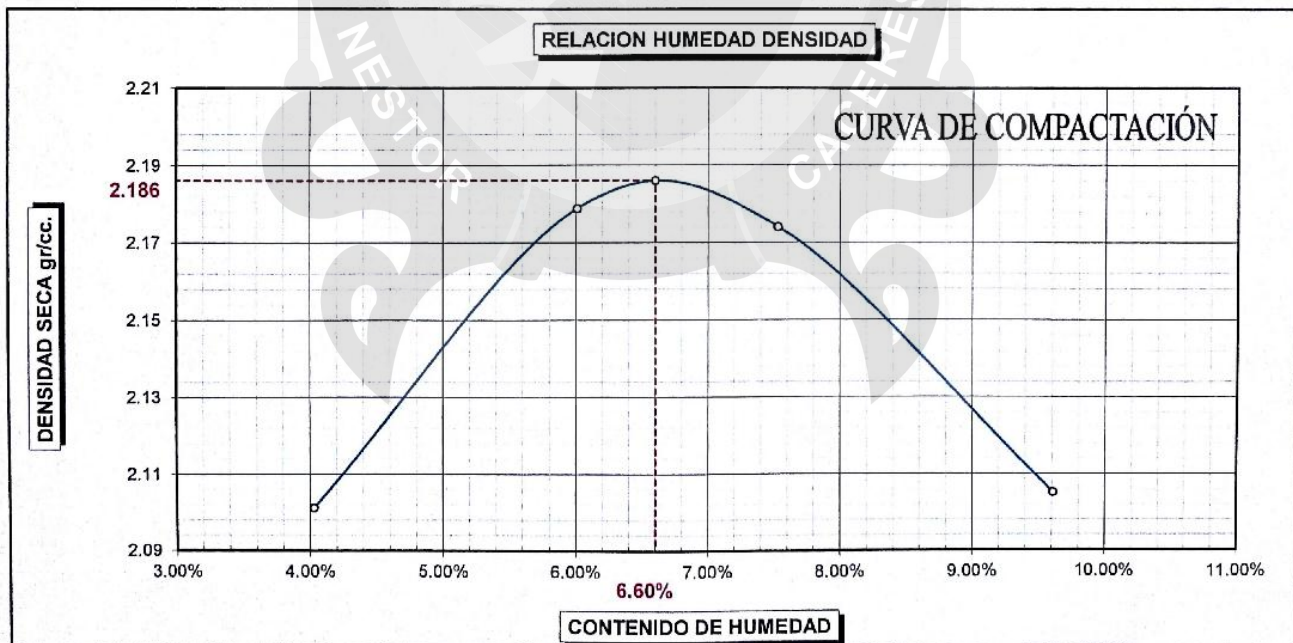
<b>MOLDE No</b>	01	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	2114 cc
<b>No DE CAPAS</b>	05	<b>GOLPES POR CAPA</b>	56

<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	11052	11314	11373	11309
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6431	6431	6431	6431
<b>Peso del Suelo Humedo</b>	gr/cc	4621	4883	4942	4878
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cc	2.186	2.310	2.338	2.307

Muestra	-	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
<b>Capsula No</b>	No	C12	C66	C01	C27	C31	C44	C19	C14
<b>Suelo Humedo + Capsula</b>	gr.	203.72	209.17	202.94	207.18	206.22	211.65	196.23	195.53
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	196.60	202.00	192.62	196.74	193.23	198.44	181.02	180.21
<b>Peso del Agua</b>	gr.	7.12	7.17	10.32	10.44	12.99	13.21	15.21	15.32
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	22.09	21.85	22.04	21.87	21.86	21.84	21.92	21.62
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	174.51	180.15	170.58	174.87	171.37	176.60	159.10	158.59
<b>% de Humedad</b>	%	4.08%	3.98%	6.05%	5.97%	7.58%	7.48%	9.56%	9.66%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	4.03%		6.01%		7.53%		9.61%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	2.101		2.179		2.174		2.105	

**PROCTOR MODIFICADO** : ASTM D-1557  
**METODO** : "C"

**MAXIMA DENSIDAD SECA** : 2.186 gr/cc  
**HUMEDAD OPTIMA** : 6.60 %



**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
 FILIAL PUNO

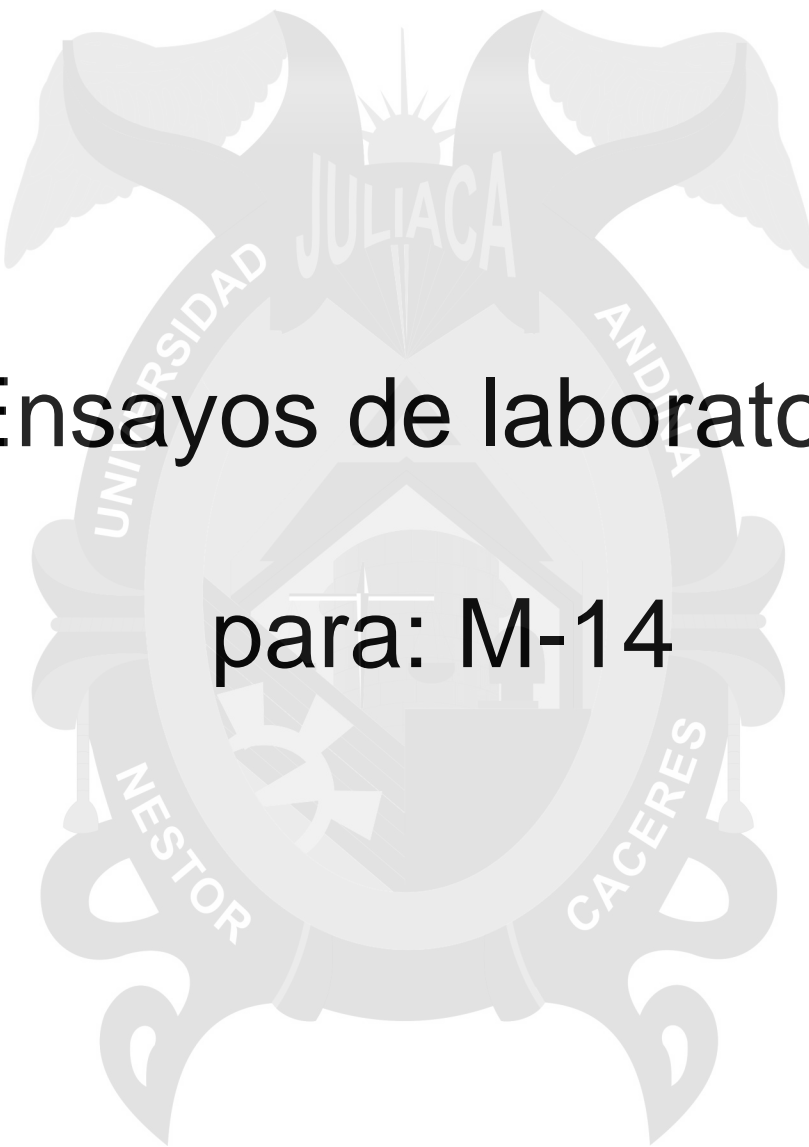
*Henry Wilber Rizalaso Huaicani*  
 Bach. J. y Carmen Yana Condori



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 FILIAL PUNO

*Ma. Josselyn Salazar*





# Ensayos de laboratorio para: M-14



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

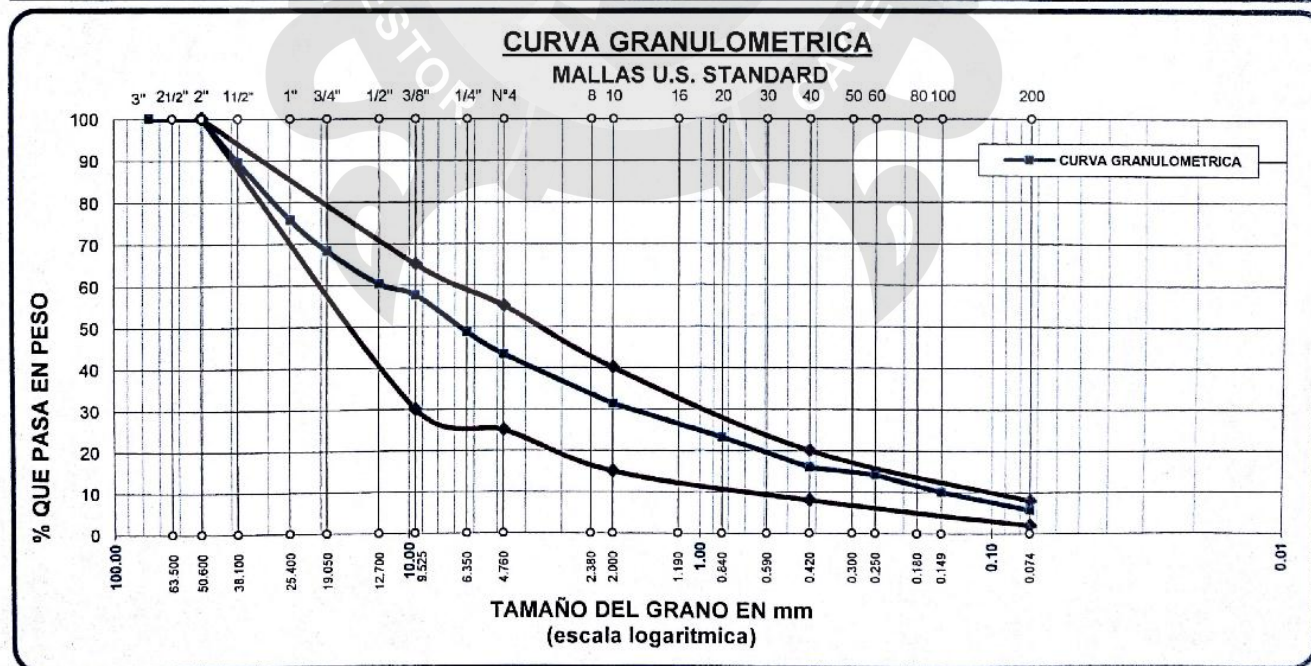
**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA** : M - 14

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2"
3"	76.200						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500						P.I.= 3365.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	P.L.= 3173.52
1 1/2"	38.100	351.64	10.45	10.45	89.55		P.P.= 191.48
1"	25.400	468.07	13.91	24.36	75.64		% W =
3/4"	19.050	253.05	7.52	31.88	68.12		LÍMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.700	267.18	7.94	39.82	60.18		L.L.= 18.99
3/8"	9.525	91.19	2.71	42.53	57.47	30 - 65%	L.P.=
1/4"	6.350	299.49	8.90	51.43	48.57		I.P.=
No4	4.760	179.02	5.32	56.75	43.25	25 - 55%	CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.380						D10= 0.149 Cu= 84
No10	2.000	403.80	12.00	68.75	31.25	15 - 40%	D30= 1.821 Cc= 1.79
No16	1.190						D60= 12.49
No20	0.840	272.56	8.10	76.85	23.15		CLASIFICACIÓN:
No30	0.590						
No40	0.420	244.64	7.27	84.12	15.88	8 - 20%	
No50	0.300						SUCS :
No60	0.250	59.22	1.76	85.88	14.12		
No80	0.180						OBSERVACIONES:
No100	0.149	137.96	4.10	89.98	10.02		
No200	0.074	145.70	4.33	94.31	5.69	2 - 8%	
BASE		191.48	5.69	100.00	0.00		
TOTAL		3365.00	100.00				
% PERDIDA		5.69					



OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO





TESIS UANCV



UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

## LÍMITE LIQUIDO

ASTM - D424 D-4318

### TESIS

: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

### SOLICITANTE

: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

### ASESOR

: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

### UBICACIÓN

: PROVINCIA DE PUNO - PUNO

### MUESTRA

: M - 14

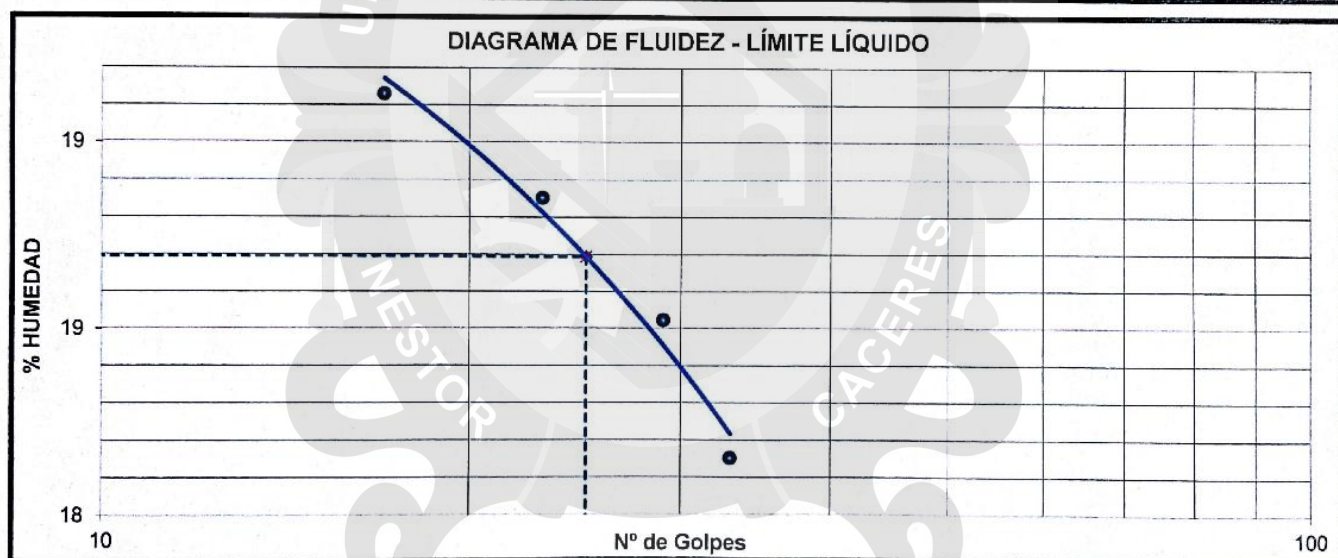
### FECHA

: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

Nro. De Tarro	Nº	C21	C63	C27	C02
Peso de la Tara	gr	22.18	22.02	21.87	22.23
Tara + Suelo Húmedo	gr	49.98	51.25	52.17	52.72
Tara + Suelo Seco	gr	45.65	46.62	47.30	47.76
Agua	gr	4.33	4.63	4.87	4.96
Suelo Seco	gr	23.47	24.60	25.43	25.53
HUMEDAD	%	18.45	18.82	19.15	19.43
Nro. De Golpes	Nº	33	29	23	17

LÍMITES LIQUIDO

L.L. = 18.99 %



### OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

Bach. Ing. Mary Carmen Yana Condori  
ENCARGADO DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega  
CIP. 26510



## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

(NORMA: ASTM D-1557 ; MTC E 115)

<b>TESIS</b>	: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO
<b>SOLICITANTE</b>	: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI
<b>ASESOR</b>	: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU
<b>UBICACIÓN</b>	: PROVINCIA DE PUNO - PUNO
<b>MUESTRA</b>	: M - 14
<b>FECHA</b>	: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

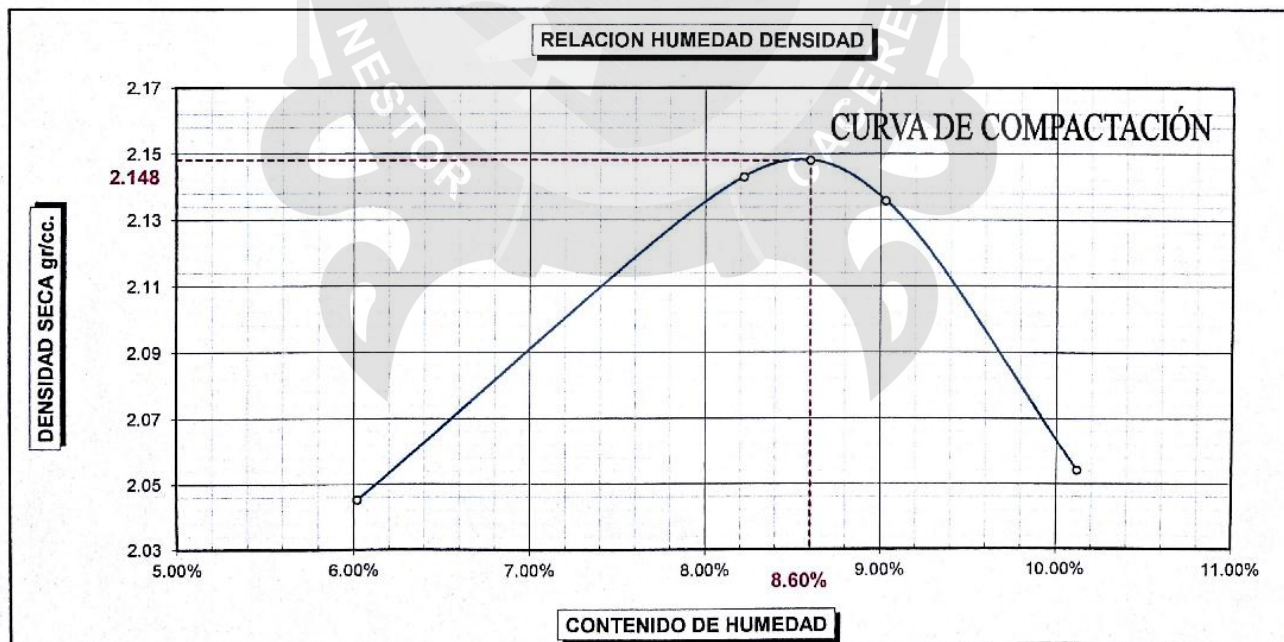
<b>MOLDE No</b>	01	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	2114 cc
<b>No DE CAPAS</b>	05	<b>GOLPES POR CAPA</b>	56

<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	11015	11334	11354	11213
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6431	6431	6431	6431
<b>Peso del Suelo Humedo</b>	gr/cc	4584	4903	4923	4782
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cc	2.168	2.319	2.329	2.262

Muestra	-	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
<b>Capsula No</b>	No	C19	C45	T05	T10	C04	C28	C60	T14
<b>Suelo Humedo + Capsula</b>	gr.	202.84	200.04	191.08	193.57	196.74	201.67	202.33	211.14
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	192.68	189.83	178.19	180.61	182.16	186.91	185.59	193.91
<b>Peso del Agua</b>	gr.	10.16	10.21	12.89	12.96	14.58	14.76	16.74	17.23
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	21.92	22.18	22.33	21.98	22.12	21.99	21.79	21.95
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	170.76	167.65	155.86	158.63	160.04	164.92	163.80	171.96
<b>% de Humedad</b>	%	5.95%	6.09%	8.27%	8.17%	9.11%	8.95%	10.22%	10.02%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	6.02%		8.22%		9.03%		10.12%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	2.045		2.143		2.136		2.054	

**PROCTOR MODIFICADO** : ASTM D-1557  
**METODO** : "C"

**MAXIMA DENSIDAD SECA** : 2.148 gr/cc  
**HUMEDAD OPTIMA** : 8.60 %



**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



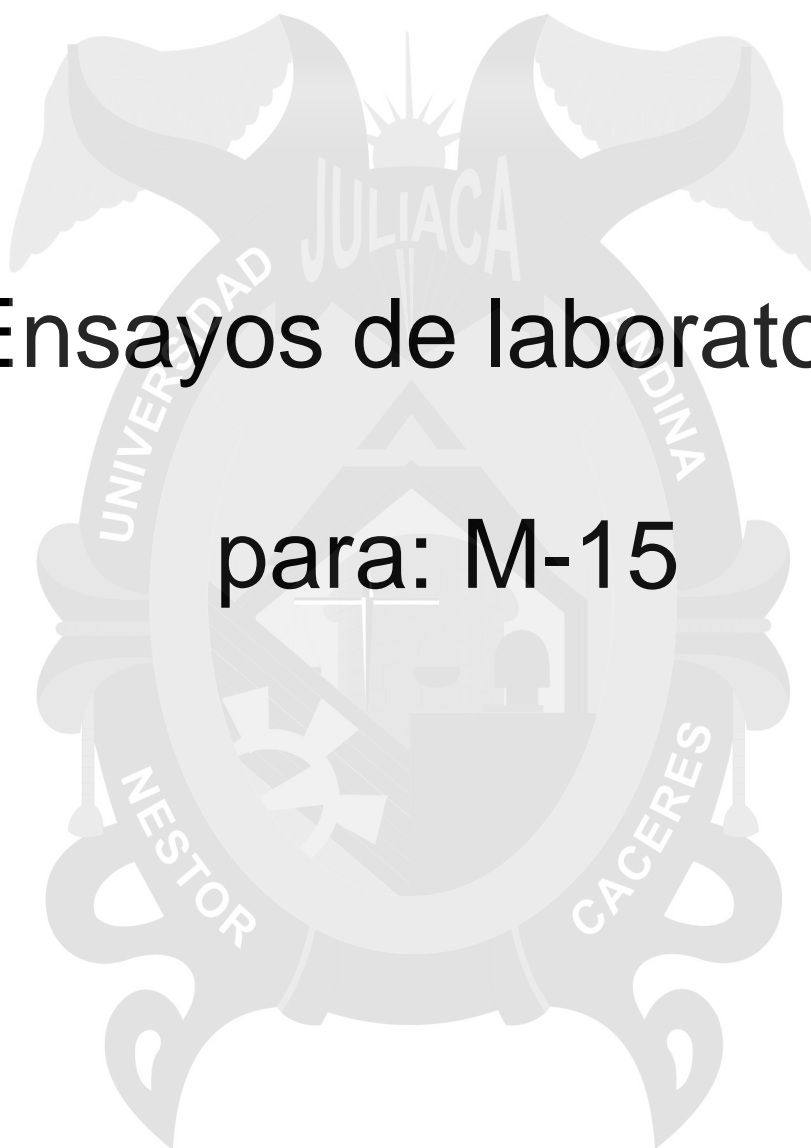
UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
 FILIAL PUNO  
 Bach. Henry y Carmen Yana Condori  
 ENCARGADO DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 FILIAL PUNO  
 Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vana



# Ensayos de laboratorio para: M-15







## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

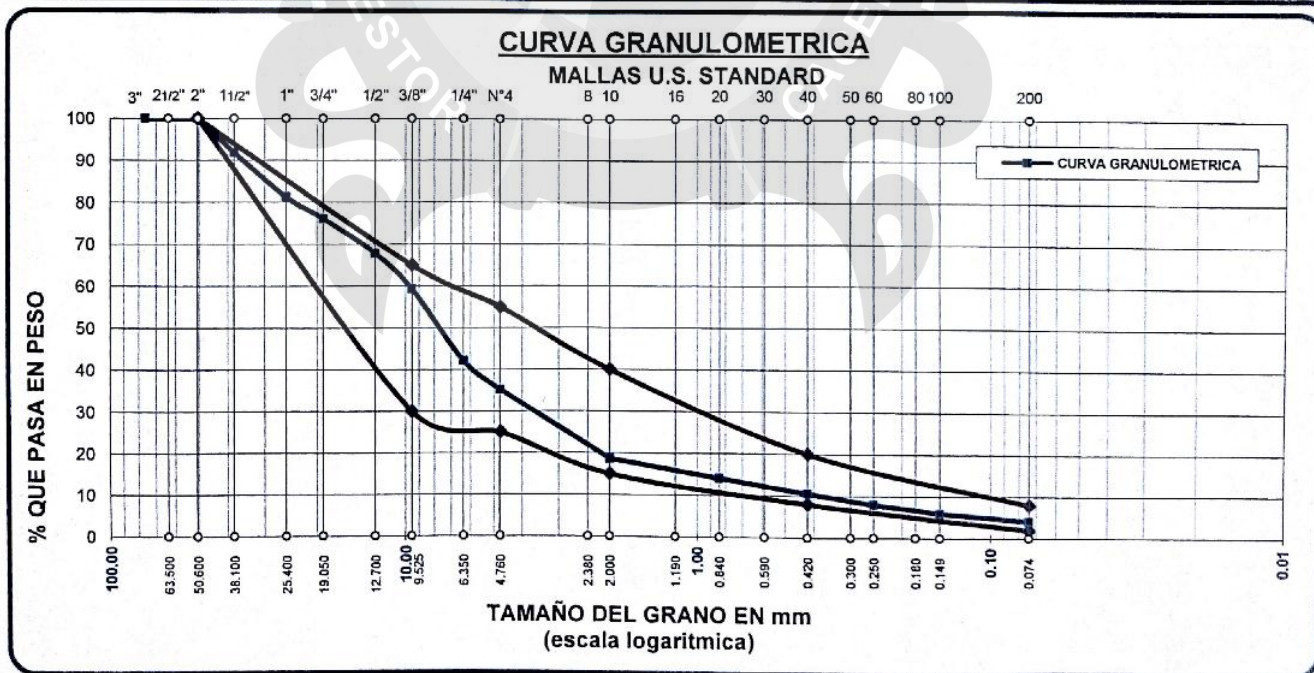
**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA** : M - 15

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2"
3"	76.200						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500						P.I.= 3564.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	P.L.= 3417.14
1 1/2"	38.100	289.75	8.13	8.13	91.87		P.P.= 146.86
1"	25.400	378.14	10.61	18.74	81.26		% W =
3/4"	19.050	182.83	5.13	23.87	76.13		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.700	294.74	8.27	32.14	67.86		L.L.= 15.74
3/8"	9.525	306.50	8.60	40.74	59.26	30 - 65%	L.P.=
1/4"	6.350	609.80	17.11	57.85	42.15		
No4	4.760	246.27	6.91	64.76	35.24	25 - 55%	
No8	2.380						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No10	2.000	592.33	16.62	81.38	18.62	15 - 40%	D10= 0.386 Cu= 25.4
No16	1.190						D30= 3.890 Cc= 4
No20	0.840	165.37	4.64	86.02	13.98		D60= 9.80
No30	0.590						CLASIFICACIÓN:
No40	0.420	123.31	3.46	89.48	10.52	8 - 20%	
No 50	0.300						SUCS : GP
No60	0.250	92.31	2.59	92.07	7.93		
No80	0.180						OBSERVACIONES:
No100	0.149	70.93	1.99	94.06	5.94		
No200	0.074	64.86	1.82	95.88	4.12	2 - 8%	
BASE		146.86	4.12	100.00	0.00		
TOTAL		3564.00	100.00				
% PERDIDA		4.12					



### OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO





## LÍMITE LIQUIDO

ASTM - D424 D-4318

**TESIS**

: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE**

: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

**ASESOR**

: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN**

: PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA**

: M - 15

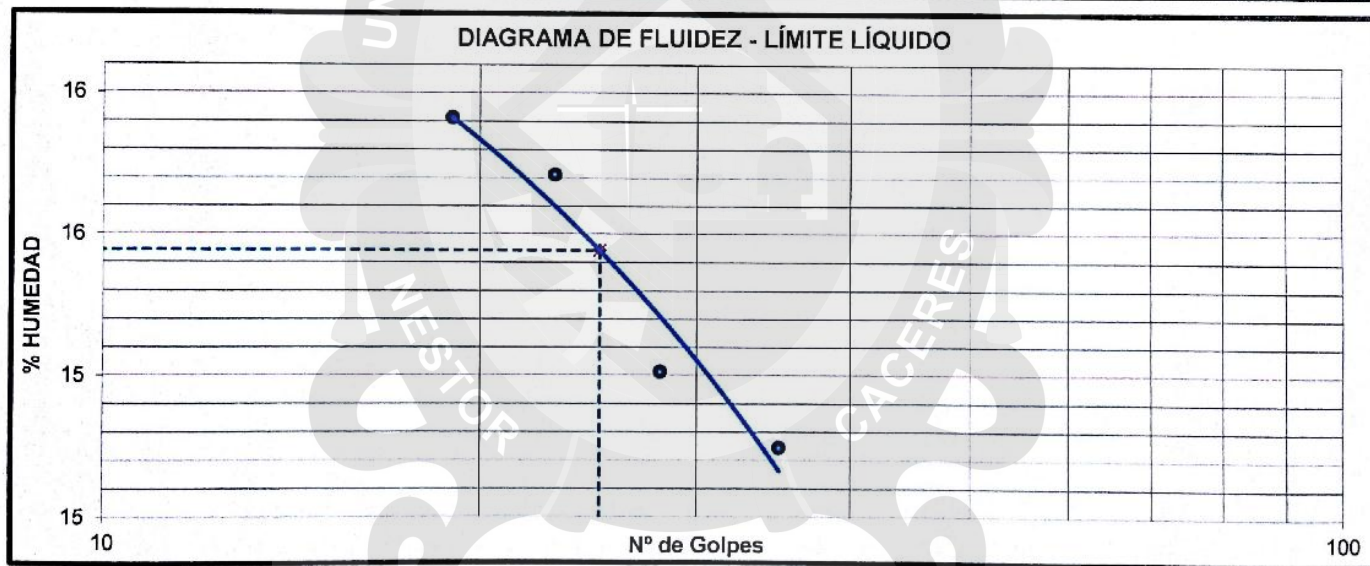
**FECHA**

: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

Nro. De Tarro	Nº	C61	C15	C25	C03
Peso de la Tara	gr	21.92	21.74	21.66	22.22
Tara + Suelo Húmedo	gr	52.59	53.22	52.89	54.12
Tara + Suelo Seco	gr	48.58	49.04	48.58	49.67
Agua	gr	4.01	4.18	4.31	4.45
Suelo Seco	gr	26.66	27.30	26.92	27.45
HUMEDAD	%	15.04	15.31	16.01	16.21
Nro. De Golpes	Nº	35	28	23	19

LÍMITES LIQUIDO

L.L. = 15.74 %



**OBSERVACIONES:**

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

Bach. I.C. Mary Carmen Yana Condori  
ENCARGADA DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega  
CIP. 29510



## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

(NORMA: ASTM D-1557 ; MTC E 115)

TESIS	: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO
SOLICITANTE	: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI
ASESOR	: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU
UBICACIÓN	: PROVINCIA DE PUNO - PUNO
MUESTRA	: M - 15
FECHA	: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

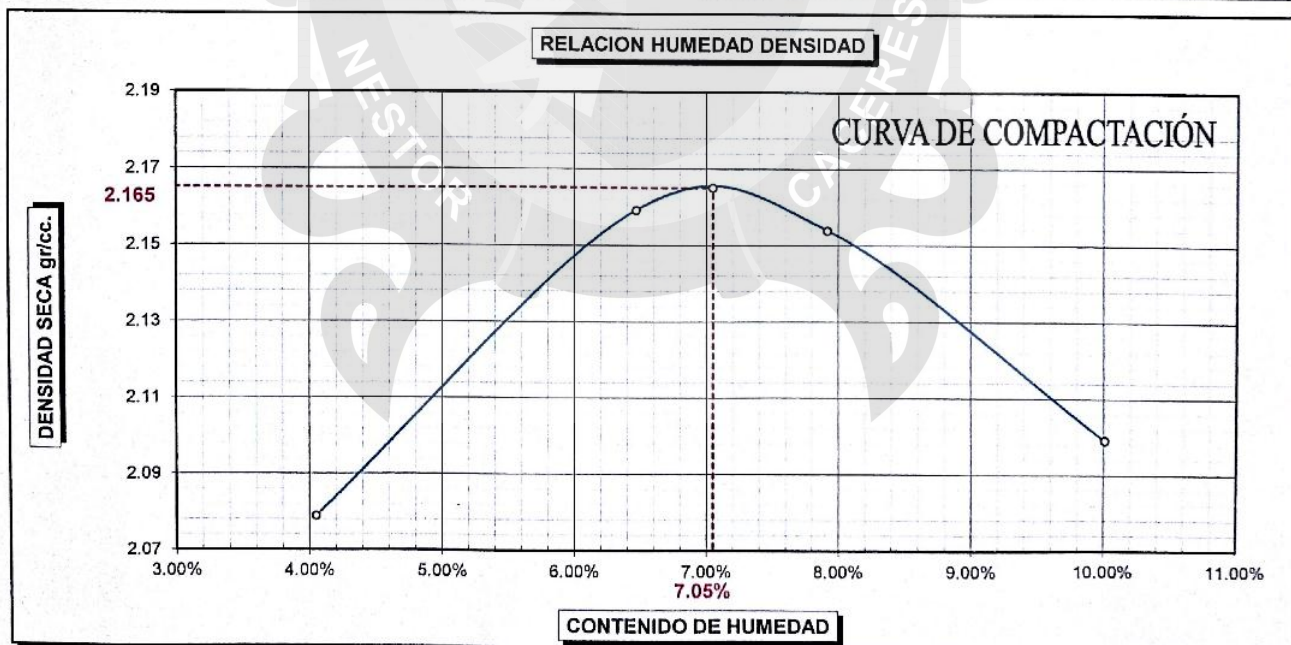
MOLDE No	01	VOLUMEN DEL MOLDE	2114 cc
No DE CAPAS	05	GOLPES POR CAPA	56

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	11004	11291	11345	11313
Peso del Molde	gr.	6431	6431	6431	6431
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	4573	4860	4914	4882
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	2.163	2.299	2.324	2.309

Muestra	-	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
Capsula No	No	T06	T05	T18	C55	C25	C45	C14	C12
Suelo Humedo + Capsula	gr.	204.14	209.34	199.28	199.44	201.07	204.41	196.81	198.06
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	196.99	202.13	188.57	188.60	187.95	190.99	180.93	181.99
Peso del Agua	gr.	7.15	7.21	10.71	10.84	13.12	13.42	15.88	16.07
Peso de la Capsula	gr.	22.17	22.33	22.01	22.09	21.66	22.18	21.65	22.09
Peso del Suelo Seco	gr.	174.82	179.80	166.56	166.51	166.29	168.81	159.28	159.90
% de Humedad	%	4.09%	4.01%	6.43%	6.51%	7.89%	7.95%	9.97%	10.05%
Promedio de Humedad	%	4.05%		6.47%		7.92%		10.01%	
Densidad del Suelo Seco	%	2.079		2.159		2.154		2.099	

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557
METODO	: "C"

MAXIMA DENSIDAD SECA	: 2.165 gr/cc
HUMEDAD OPTIMA	: 7.05 %



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



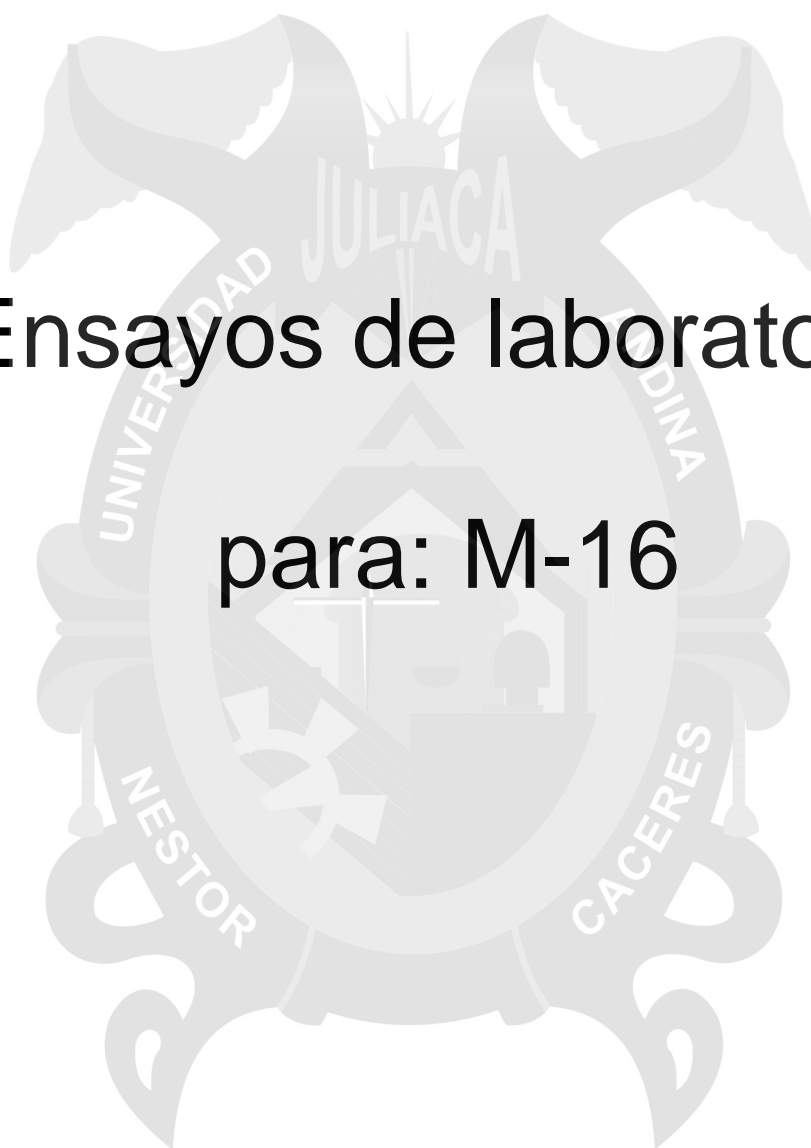
UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO  
Bach. I.C. Henry Carsten Yana Condori  
ENCARGADO DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
FILIAL PUNO  
Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vaca



# Ensayos de laboratorio para: M-16







## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

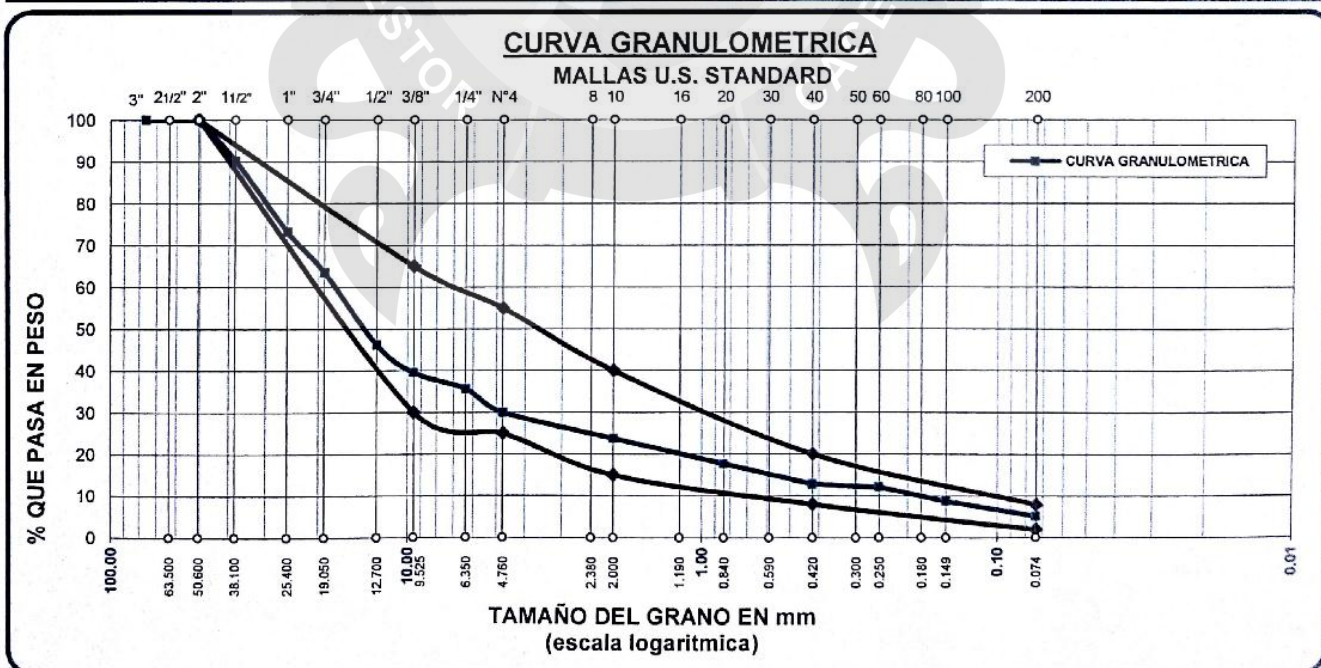
**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA** : M - 16

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO: 1 1/2"
3"	76.200						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500						P.I.= 3319.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	P.L.= 3146.08
1 1/2"	38.100	325.59	9.81	9.81	90.19		P.P.= 172.92
1"	25.400	565.56	17.04	26.85	73.15		% W =
3/4"	19.050	320.95	9.67	36.52	63.48		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.700	573.19	17.27	53.79	46.21		L.L.= 16.60
3/8"	9.525	221.38	6.67	60.46	39.54	30 - 65%	L.P.=
1/4"	6.350	130.10	3.92	64.38	35.62		I.P.=
No4	4.760	186.86	5.63	70.01	29.99	25 - 55%	CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.380						D10= 0.186 Cu= 95.3
No10	2.000	207.44	6.25	76.26	23.74	15 - 40%	D30= 4.763 Cc= 6.85
No16	1.190						D60= 17.77
No20	0.840	203.12	6.12	82.38	17.62		CLASIFICACION:
No30	0.590						
No40	0.420	160.64	4.84	87.22	12.78	8 - 20%	
No 50	0.300						SUCS :
No60	0.250	22.90	0.69	87.91	12.09		
No80	0.180						OBSERVACIONES:
No100	0.149	110.19	3.32	91.23	8.77		
No200	0.074	118.16	3.56	94.79	5.21	2 - 8%	
BASE		172.92	5.21	100.00	0.00		
TOTAL		3319.00	100.00				
% PERDIDA		5.21					



**OBSERVACIONES:**

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO





## LÍMITE LÍQUIDO

ASTM - D424 D-4318

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA** : M - 16

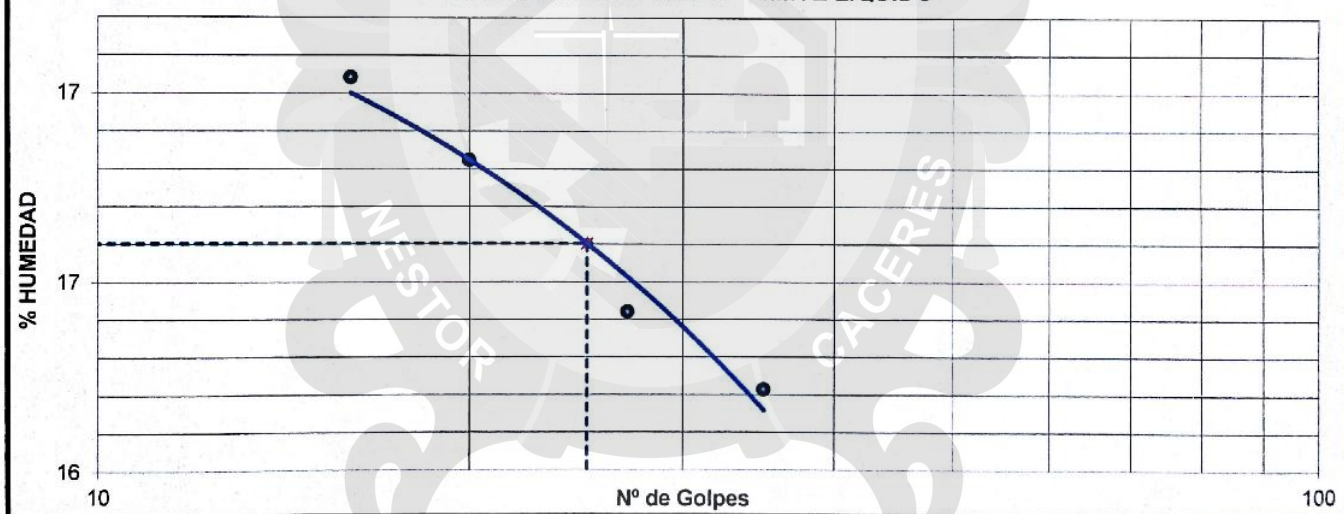
**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

Nro. De Tarro	Nº	C64	C60	C18	C37
Peso de la Tara	gr	22.01	21.79	22.02	21.75
Tara + Suelo Húmedo	gr	51.47	53.20	53.34	53.48
Tara + Suelo Seco	gr	47.36	48.77	48.83	48.86
Agua	gr	4.11	4.43	4.51	4.62
Suelo Seco	gr	25.35	26.98	26.81	27.11
HUMEDAD	%	16.21	16.42	16.82	17.04
Nro. De Golpes	Nº	35	27	20	16

LÍMITES LÍQUIDO

L.L. = 16.60 %

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



**OBSERVACIONES:**

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

Bach. Mary Carmen Yana Condori  
ENCARGADA DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega  
CIP. 26510



## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

(NORMA: ASTM D-1557 ; MTC E 115)

TESIS	: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO
SOLICITANTE	: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI
ASESOR	: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU
UBICACIÓN	: PROVINCIA DE PUNO - PUNO
MUESTRA	: M - 16
FECHA	: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

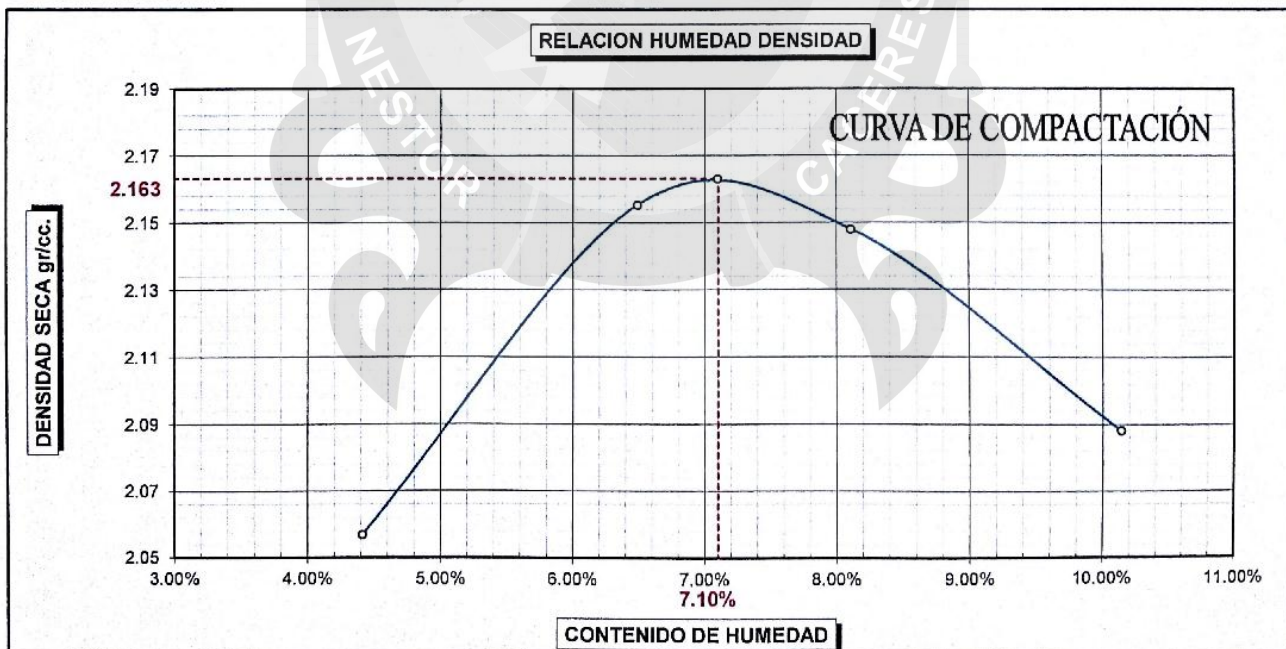
MOLDE No	01	VOLUMEN DEL MOLDE	2114 cc
No DE CAPAS	05	GOLPES POR CAPA	56

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10971	11283	11340	11293
Peso del Molde	gr.	6431	6431	6431	6431
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	4540	4852	4909	4862
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	2.147	2.295	2.322	2.300

Muestra	-	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
Capsula No	No	C33	C41	C28	T01	T11	T07	T18	T14
Suelo Humedo + Capsula	gr.	209.74	208.53	206.46	216.09	212.66	215.87	204.76	207.21
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	201.90	200.55	195.12	204.35	198.45	201.35	187.89	190.20
Peso del Agua	gr.	7.84	7.98	11.34	11.74	14.21	14.52	16.87	17.01
Peso de la Capsula	gr.	22.08	21.63	21.99	21.77	22.58	22.87	22.01	21.95
Peso del Suelo Seco	gr.	179.82	178.92	173.13	182.58	175.87	178.48	165.88	168.25
% de Humedad	%	4.36%	4.46%	6.55%	6.43%	8.08%	8.14%	10.17%	10.11%
Promedio de Humedad	%	4.41%		6.49%		8.11%		10.14%	
Densidad del Suelo Seco	%	2.057		2.155		2.148		2.088	

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557
METODO	: "C"

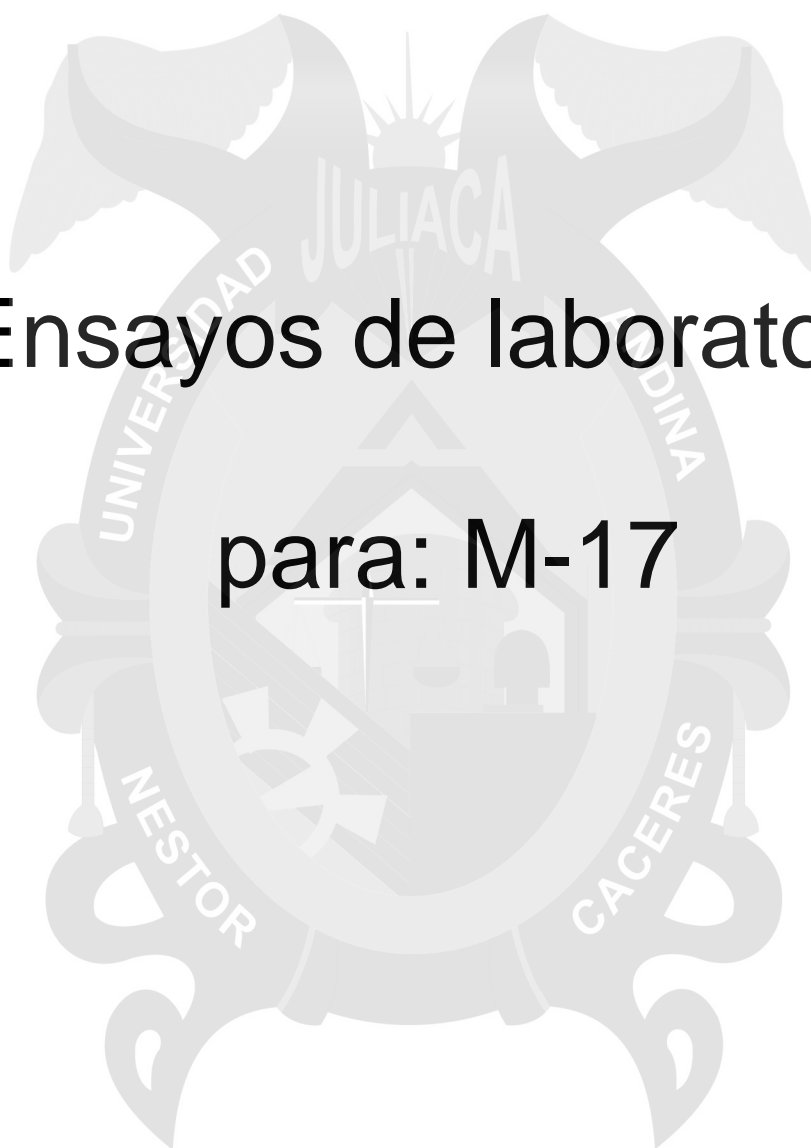
MAXIMA DENSIDAD SECA	: 2.163 gr/cc
HUMEDAD OPTIMA	: 7.10 %



**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



# Ensayos de laboratorio para: M-17







## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

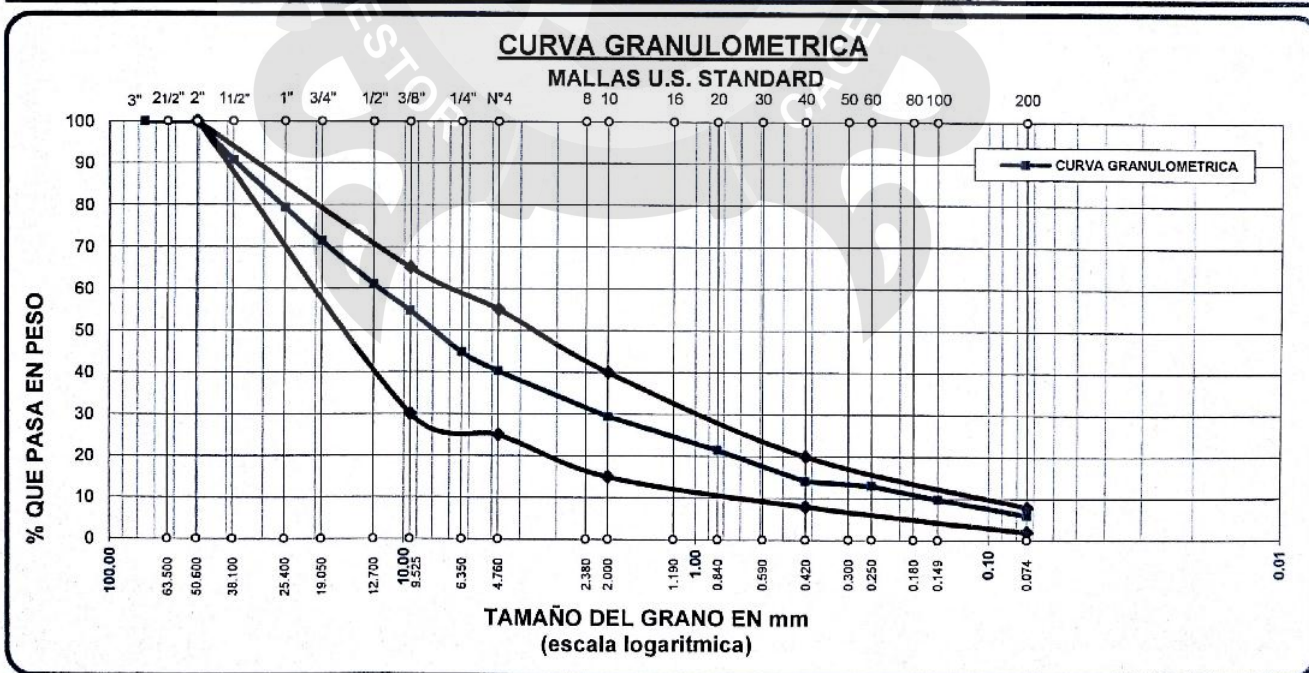
**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA** : M - 17

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2"
3"	76.200						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500						P.I.= 3402.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	P.L.= 3196.70
1 1/2"	38.100	316.05	9.29	9.29	90.71		P.P.= 205.30
1"	25.400	389.53	11.45	20.74	79.26		% W =
3/4"	19.050	269.78	7.93	28.67	71.33		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.700	350.75	10.31	38.98	61.02		L.L.= 17.95
3/8"	9.525	217.73	6.40	45.38	54.62	30 - 65%	L.P.=
1/4"	6.350	336.46	9.89	55.27	44.73		I.P.=
No4	4.760	153.09	4.50	59.77	40.23	25 - 55%	CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.380						D10= 0.153 Cu= 79.9
No10	2.000	368.10	10.82	70.59	29.41	15 - 40%	D30= 2.151 Cc= 2.49
No16	1.190						D60= 12.19
No20	0.840	270.46	7.95	78.54	21.46		CLASIFICACION:
No30	0.590						
No40	0.420	250.05	7.35	85.89	14.11	8 - 20%	SUCS :
No 50	0.300						
No60	0.250	38.44	1.13	87.02	12.98		OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.149	105.12	3.09	90.11	9.89		
No200	0.074	131.14	3.85	93.97	6.03	2 - 8%	
BASE		205.30	6.03	100.00	0.00		
TOTAL		3402.00	100.00				
% PERDIDA		6.03					



OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

FILIAL PUNO

*[Signature]*



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

ESCUOLA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FILIAL PUNO

*[Signature]*





## LÍMITE LIQUIDO

ASTM - D424 D-4318

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

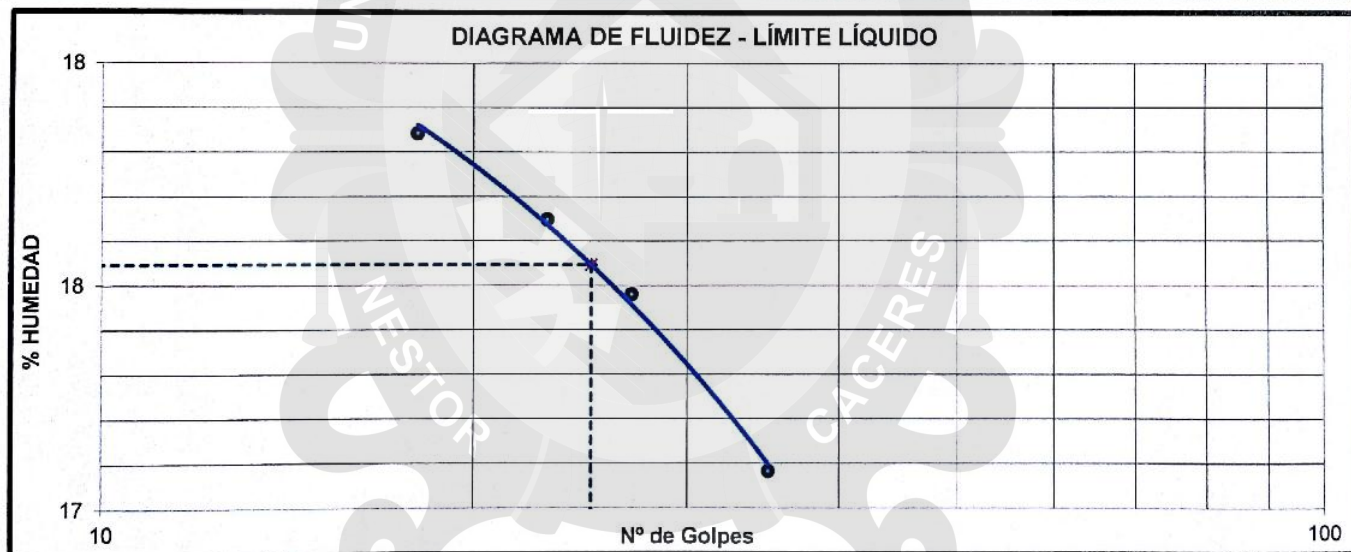
**MUESTRA** : M - 17

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

Nro. De Tarro	Nº	C51	C66	C32	C08
Peso de la Tara	gr	21.97	21.85	22.16	21.97
Tara + Suelo Húmedo	gr	46.23	47.43	48.65	48.87
Tara + Suelo Seco	gr	42.62	43.55	44.60	44.72
Agua	gr	3.61	3.88	4.05	4.15
Suelo Seco	gr	20.65	21.70	22.44	22.75
HUMEDAD	%	17.48	17.88	18.05	18.24
Nro. De Golpes	Nº	35	27	23	18

LÍMITES LIQUIDO

L.L. = 17.95 %



### OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

Bach. *Henry Wilber Rizalaso Huaicani*  
ENCARGADO DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

Mg. Ing. *Felipe Santiago Jara Vidalón Vega*  
CIP. 26510



## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

(NORMA: ASTM D-1557 ; MTC E 115)

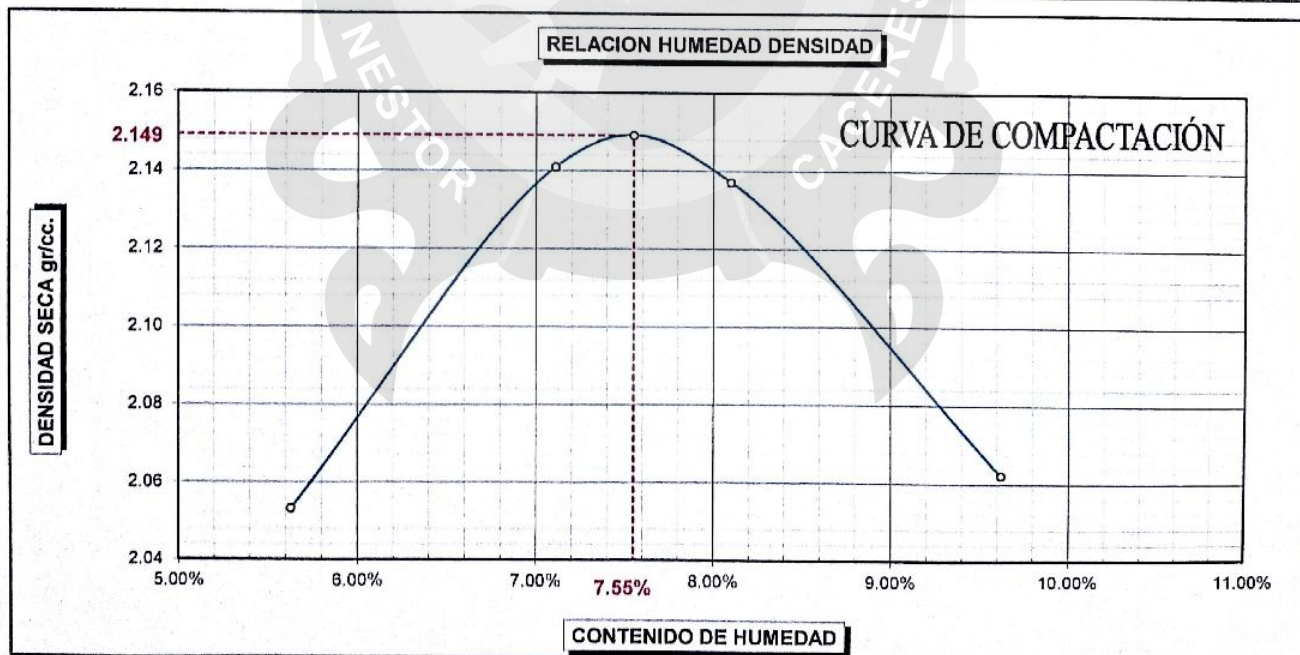
<b>TESIS</b>	: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO
<b>SOLICITANTE</b>	: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI
<b>ASESOR</b>	: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU
<b>UBICACIÓN</b>	: PROVINCIA DE PUNO - PUNO
<b>MUESTRA</b>	: M - 17
<b>FECHA</b>	: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

<b>MOLDE No</b>	01	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	2114 cc
<b>No DE CAPAS</b>	05	<b>GOLPES POR CAPA</b>	56

<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	11016	11279	11315	11210
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6431	6431	6431	6431
<b>Peso del Suelo Humedo</b>	gr/cc	4585	4848	4884	4779
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cc	2.169	2.293	2.310	2.261

Muestra	-	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
<b>Capsula No</b>	No	C24	C32	T02	T07	C15	C51	C40	C63
<b>Suelo Humedo + Capsula</b>	gr.	215.65	211.06	202.44	202.50	209.45	220.73	203.68	206.64
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	205.43	200.89	190.57	190.52	195.24	205.99	187.65	190.50
<b>Peso del Agua</b>	gr.	10.22	10.17	11.87	11.98	14.21	14.74	16.03	16.14
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	21.95	22.16	22.68	22.97	21.74	21.97	21.71	22.02
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	183.48	178.73	167.89	167.55	173.50	184.02	165.94	168.48
<b>% de Humedad</b>	%	5.57%	5.69%	7.07%	7.15%	8.19%	8.01%	9.66%	9.58%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	5.63%		7.11%		8.10%		9.62%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	2.053		2.141		2.137		2.062	

<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	: ASTM D-1557	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	: 2.149 gr/cc
<b>METODO</b>	: "C"	<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	: 7.55 %



**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

*Henry Wilber Rizalaso Huaicani*

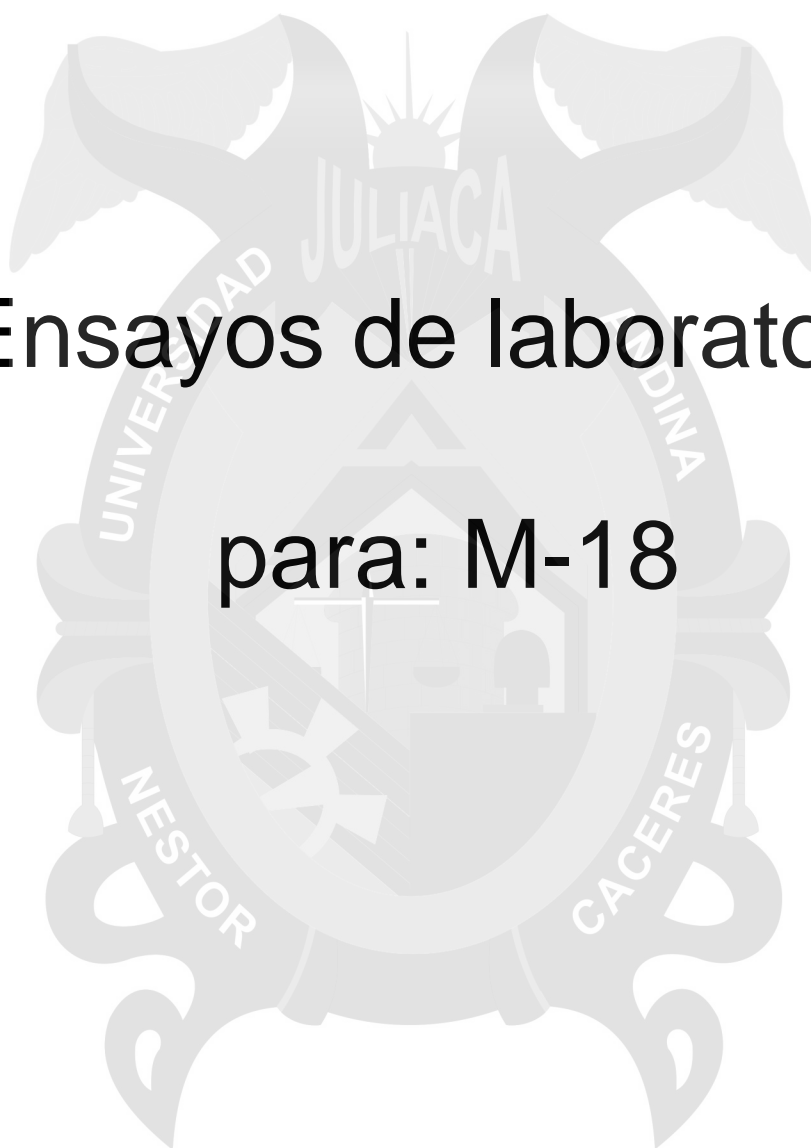


UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
FILIAL PUNO

*[Signature]*



# Ensayos de laboratorio para: M-18







## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

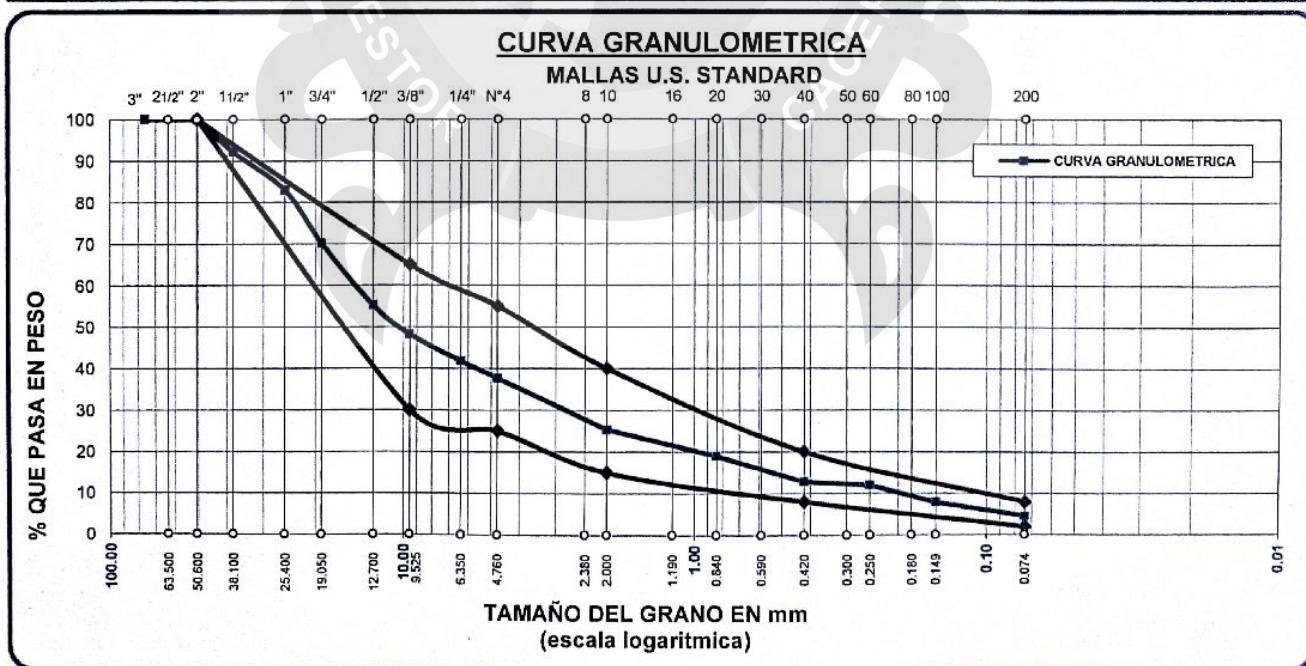
**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA** : M - 18

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2"
3"	76.200						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500						P.L.= 3291.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	P.L.= 3140.59
1 1/2"	38.100	258.34	7.85	7.85	92.15		P.P.= 150.41
1"	25.400	303.10	9.21	17.06	82.94		% W =
3/4"	19.050	422.24	12.83	29.89	70.11		LÍMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.700	492.33	14.96	44.85	55.15		L.L.= 17.37
3/8"	9.525	226.75	6.89	51.74	48.26	30 - 65%	L.P.=
1/4"	6.350	212.93	6.47	58.21	41.79		
No4	4.760	135.92	4.13	62.34	37.66	25 - 55%	CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.380						D10= 0.201 Cu= 73.3
No10	2.000	406.43	12.35	74.69	25.31	15 - 40%	D30= 3.048 Cc= 3.12
No16	1.190						D60= 14.76
No20	0.840	209.64	6.37	81.06	18.94		CLASIFICACIÓN:
No30	0.590						I.G. =
No40	0.420	203.05	6.17	87.23	12.77	8 - 20%	
No 50	0.300						SUSCS :
No60	0.250	26.33	0.80	88.03	11.97		ASSTHO : GP
No80	0.180						OBSERVACIONES:
No100	0.149	134.93	4.10	92.13	7.87		
No200	0.074	108.60	3.30	95.43	4.57	2 - 8%	
BASE		150.41	4.57	100.00	0.00		
TOTAL		3291.00	100.00				
% PERDIDA		4.57					



**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOR POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUOLA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO



## LÍMITE LIQUIDO

ASTM - D424 D-4318

TESIS : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

SOLICITANTE : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

ASESOR : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

UBICACIÓN : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

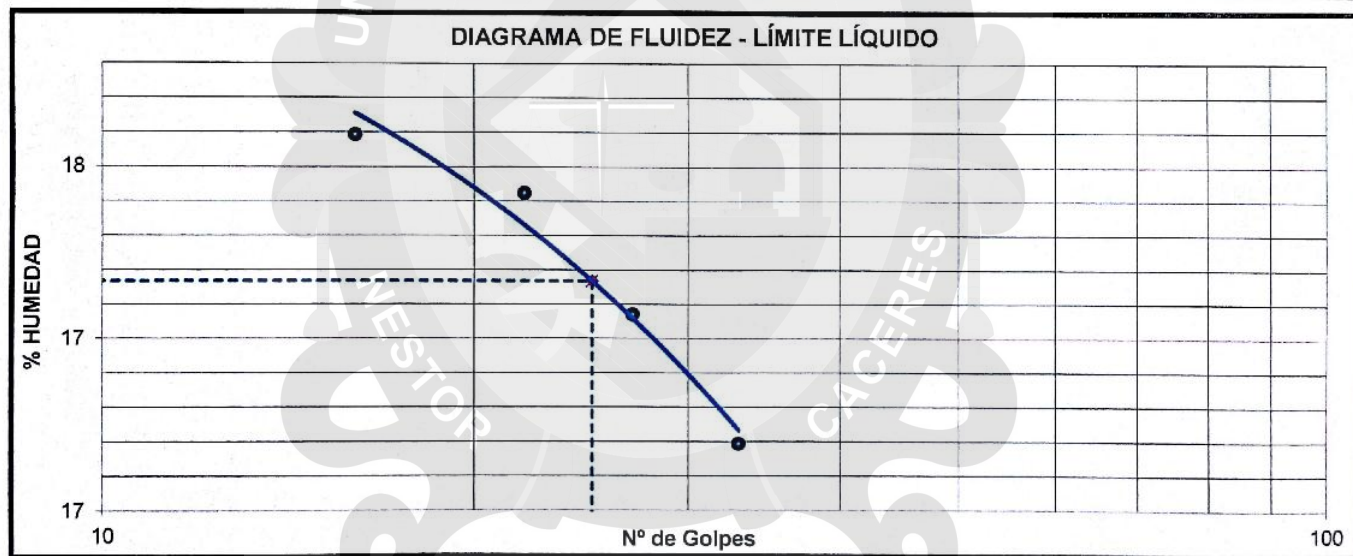
MUESTRA : M - 18

FECHA : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

Nro. De Tarro	Nº	T06	T01	C23	C09
Peso de la Tara	gr	22.17	21.77	22.17	21.99
Tara + Suelo Húmedo	gr	50.61	52.26	52.74	53.04
Tara + Suelo Seco	gr	46.50	47.77	48.16	48.35
Agua	gr	4.11	4.49	4.58	4.69
Suelo Seco	gr	24.33	26.00	25.99	26.36
HUMEDAD	%	16.89	17.27	17.62	17.79
Nro. De Golpes	Nº	33	27	22	16

LÍMITES LIQUIDO

L.L. = 17.37 %



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOR POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

Bach. Ing. Mary Carmen Yana Condori  
ENCARGADO DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega  
CIP. 26510



## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

(NORMA: ASTM D-1557 ; MTC E 115)

<b>TESIS</b>	: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO
<b>SOLICITANTE</b>	: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI
<b>ASESOR</b>	: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU
<b>UBICACIÓN</b>	: PROVINCIA DE PUNO - PUNO
<b>MUESTRA</b>	: M - 18
<b>FECHA</b>	: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

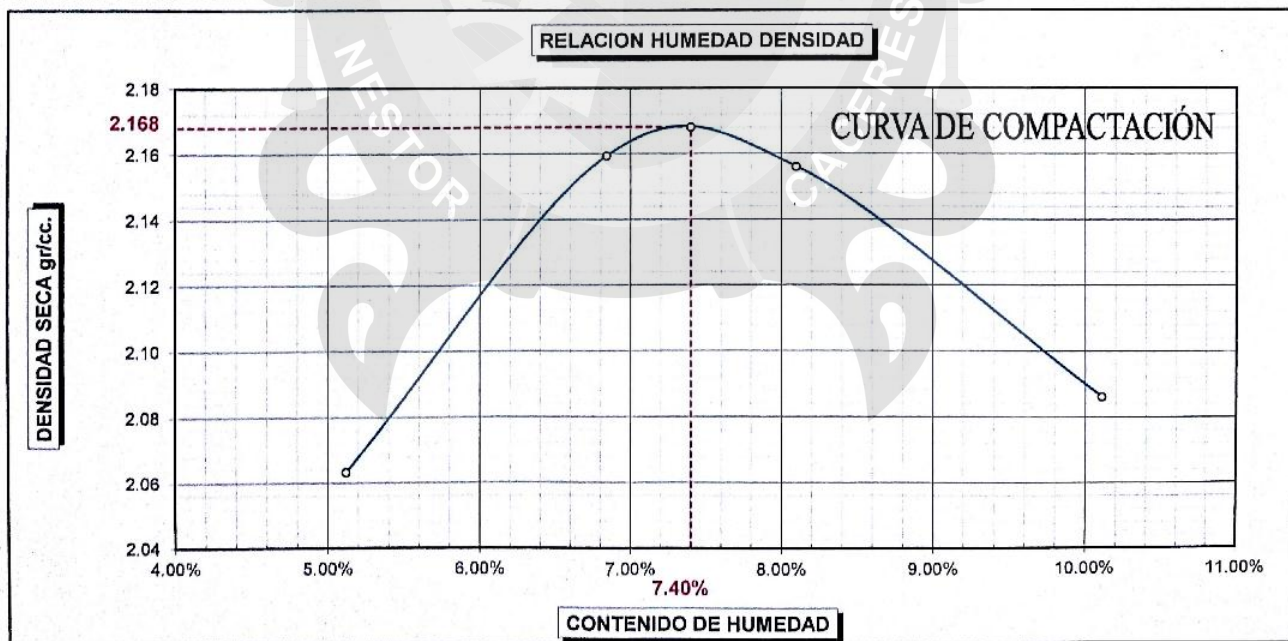
<b>MOLDE No</b>	01	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	2114 cc
<b>No DE CAPAS</b>	05	<b>GOLPES POR CAPA</b>	56

<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	11016	11308	11358	11287
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6431	6431	6431	6431
<b>Peso del Suelo Humedo</b>	gr/cc	4585	4877	4927	4856
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cc	2.169	2.307	2.331	2.297

Muestra	-	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
<b>Capsula No</b>	No	C01	C08	C14	C55	C25	C57	T11	C26
<b>Suelo Humedo + Capsula</b>	gr.	191.86	204.37	192.85	200.81	198.03	201.68	198.55	204.78
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	183.65	195.42	181.98	189.29	184.89	188.12	182.33	187.94
<b>Peso del Agua</b>	gr.	8.21	8.95	10.87	11.52	13.14	13.56	16.22	16.84
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	22.04	21.97	21.89	22.09	21.66	21.74	21.58	21.70
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	161.61	173.45	160.09	167.20	163.23	166.38	160.75	166.24
<b>% de Humedad</b>	%	5.08%	5.16%	6.79%	6.89%	8.05%	8.15%	10.09%	10.13%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	5.12%		6.84%		8.10%		10.11%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	2.063		2.159		2.156		2.086	

**PROCTOR MODIFICADO** : ASTM D-1557  
**METODO** : "C"

**MAXIMA DENSIDAD SECA** : 2.168 gr/cc  
**HUMEDAD OPTIMA** : 7.40 %



**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
 FILIAL PUNO  
 Bach. Mary Carmen Yana Condori  
 ENCARGADA DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 FILIAL PUNO  
 Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega  
 CIP. 26510



# Ensayos de laboratorio para: M-19





## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

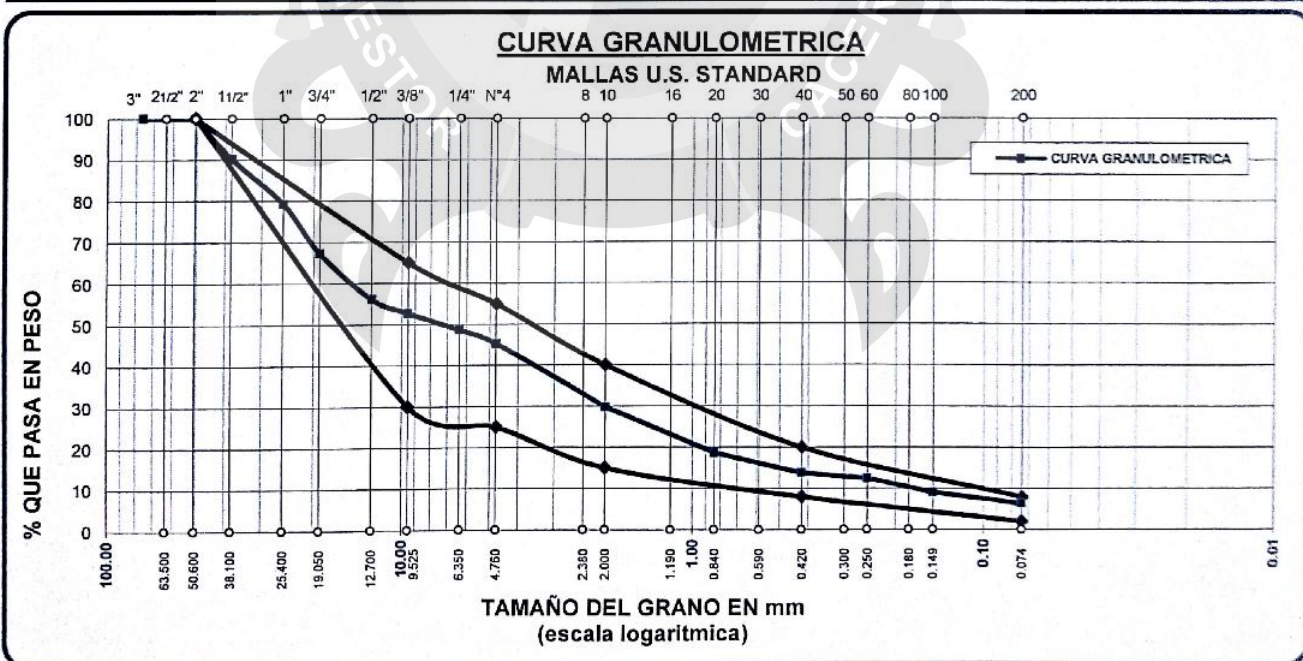
**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA** : M - 19

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2"
3"	76.200						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500						P.I.= 3603.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	P.L.= 3372.03
1 1/2"	38.100	353.45	9.81	9.81	90.19		P.P.= 230.97
1"	25.400	394.53	10.95	20.76	79.24		% W =
3/4"	19.050	431.64	11.98	32.74	67.26		LÍMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.700	400.65	11.12	43.86	56.14		L.L.= 16.72
3/8"	9.525	122.50	3.40	47.26	52.74	30 - 65%	L.P.=
1/4"	6.350	148.80	4.13	51.39	48.61		I.P.=
No4	4.760	118.90	3.30	54.69	45.31	25 - 55%	CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.380						D10= 0.178 Cu= 83.9
No10	2.000	559.54	15.53	70.22	29.78	15 - 40%	D30= 2.039 Cc= 1.57
No16	1.190						D60= 14.90
No20	0.840	402.09	11.16	81.38	18.62		CLASIFICACIÓN:
No30	0.590						I.G. =
No40	0.420	174.75	4.85	86.23	13.77	8 - 20%	SUSCS :
No50	0.300						ASSTHO :
No60	0.250	49.00	1.36	87.59	12.41		
No80	0.180						
No100	0.149	121.06	3.36	90.95	9.05		
No200	0.074	95.12	2.64	93.59	6.41	2 - 8%	OBSERVACIONES:
BASE		230.97	6.41	100.00	0.00		
TOTAL		3603.00	100.00				
% PERDIDA		6.41					



### OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

*Henry Wilber Rizalaso Hualcasi*



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

*Diana Elizabeth Quinto Gastiaburu*



## LÍMITE LIQUIDO

ASTM - D424 D-4318

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

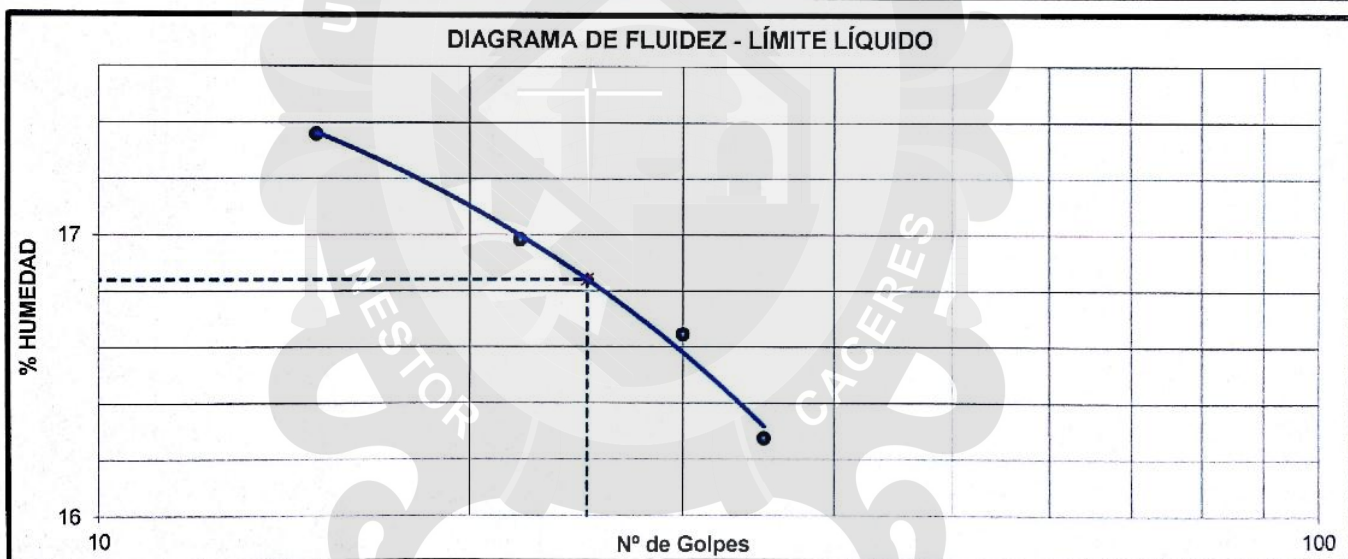
**MUESTRA** : M - 19

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

Nro. De Tarro	Nº	T08	T05	C15	C22
Peso de la Tara	gr	21.94	22.33	21.74	21.93
Tara + Suelo Húmedo	gr	43.05	43.94	43.65	44.39
Tara + Suelo Seco	gr	40.07	40.86	40.50	41.13
Agua	gr	2.98	3.08	3.15	3.26
Suelo Seco	gr	18.13	18.53	18.76	19.20
<b>HUMEDAD</b>	%	<b>16.44</b>	<b>16.62</b>	<b>16.79</b>	<b>16.98</b>
Nro. De Golpes	Nº	35	30	22	15

LÍMITES LIQUIDO

L.L. = 16.72 %



**OBSERVACIONES:**

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO

Bach. Mary Carmen Yana Condori  
ENCARGADA DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO

Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega  
CIP. 26510



## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

(NORMA: ASTM D-1557 ; MTC E 115)

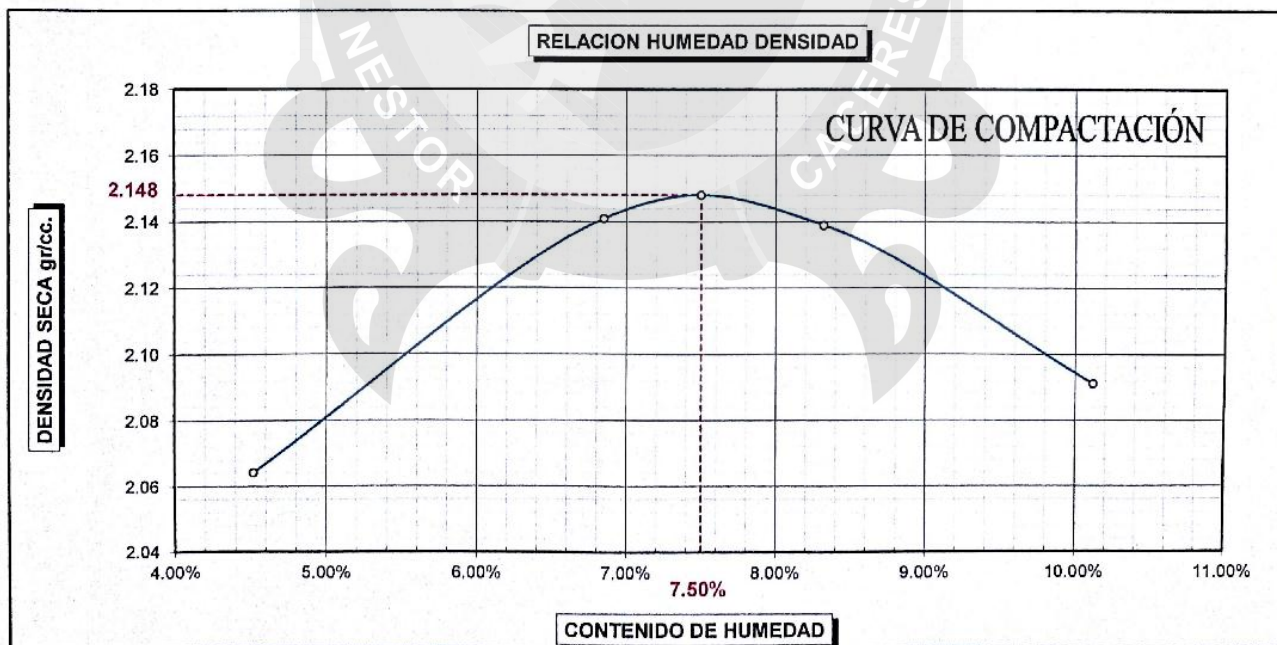
TESIS	: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO
SOLICITANTE	: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI
ASESOR	: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU
UBICACIÓN	: PROVINCIA DE PUNO - PUNO
MUESTRA	: M - 19
FECHA	: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

MOLDE No	01	VOLUMEN DEL MOLDE	2114 cc
No DE CAPAS	05	GOLPES POR CAPA	56

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10992	11267	11329	11299
Peso del Molde	gr.	6431	6431	6431	6431
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	4561	4836	4898	4868
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	2.157	2.287	2.317	2.303

Muestra	-	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
Capsula No	No	C13	C66	C07	C28	C09	C33	C64	C41
Suelo Humedo + Capsula	gr.	206.67	211.69	194.00	201.58	193.60	195.22	204.93	204.22
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	198.61	203.55	182.93	190.13	180.36	181.98	188.15	187.41
Peso del Agua	gr.	8.06	8.14	11.07	11.45	13.24	13.24	16.78	16.81
Peso de la Capsula	gr.	21.86	21.85	22.26	21.99	21.99	22.08	22.01	21.63
Peso del Suelo Seco	gr.	176.75	181.70	160.67	168.14	158.37	159.90	166.14	165.78
% de Humedad	%	4.56%	4.48%	6.89%	6.81%	8.36%	8.28%	10.10%	10.14%
Promedio de Humedad	%	4.52%		6.85%		8.32%		10.12%	
Densidad del Suelo Seco	%	2.064		2.141		2.139		2.091	

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 2.148 gr/cc
METODO	: "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 7.50 %



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



# Ensayos de laboratorio para: M-20



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)****ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)**

**TESIS** : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

**SOLICITANTE** : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

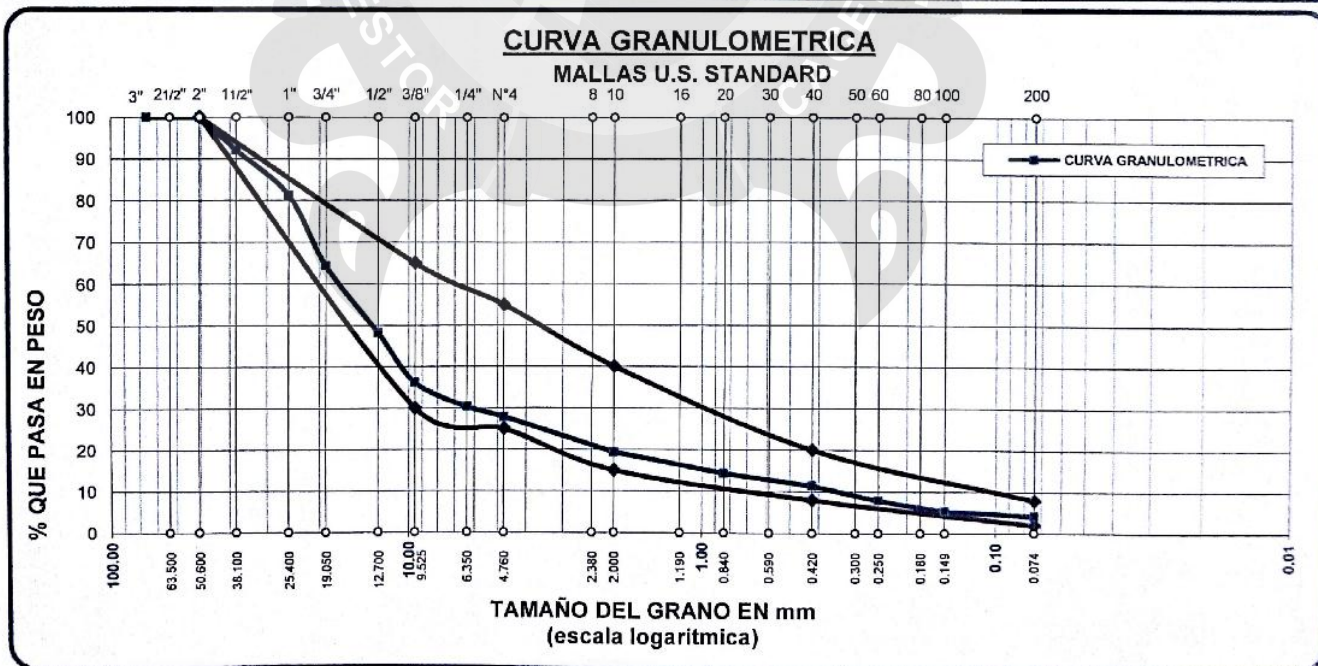
**ASESOR** : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

**MUESTRA** : M - 20

**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2"
3"	76.200						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500						P.I.= 3513.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	P.L.= 3366.16
1 1/2"	38.100	278.58	7.93	7.93	92.07		P.P.= 146.84
1"	25.400	379.76	10.81	18.74	81.26		% W=
3/4"	19.050	595.45	16.95	35.69	64.31		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.700	567.35	16.15	51.84	48.16		L.L.= 15.93
3/8"	9.525	422.26	12.02	63.86	36.14	30 - 65%	L.P.=
1/4"	6.350	206.92	5.89	69.75	30.25		I.P.=
No4	4.760	85.72	2.44	72.19	27.81	25 - 55%	CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.380						D10= 0.354 Cu= 49.1
No10	2.000	298.25	8.49	80.68	19.32	15 - 40%	D30= 6.187 Cc= 6.24
No16	1.190						D60= 17.36
No20	0.840	175.65	5.00	85.68	14.32		CLASIFICACIÓN:
No30	0.590						
No40	0.420	103.63	2.95	88.63	11.37	8 - 20%	
No 50	0.300						SUCS : GP
No60	0.250	123.31	3.51	92.14	7.86		
No80	0.180						OBSERVACIONES:
No100	0.149	91.34	2.60	94.74	5.26		
No200	0.074	37.94	1.08	95.82	4.18	2 - 8%	
BASE		146.84	4.18	100.00	0.00		
TOTAL		3513.00	100.00				
% PERDIDA		4.18					

**OBSERVACIONES:**

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNOUNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO





## LÍMITE LIQUIDO

ASTM - D424 D-4318

TESIS : DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO

SOLICITANTE : BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI

ASESOR : Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU

UBICACIÓN : PROVINCIA DE PUNO - PUNO

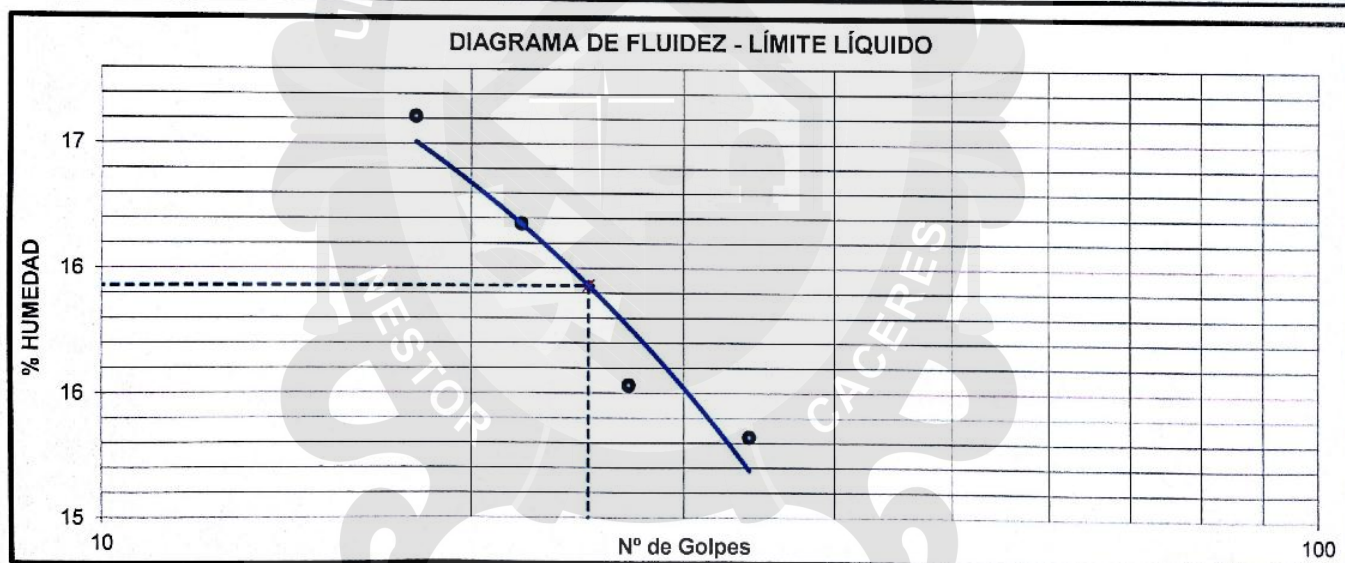
MUESTRA : M - 20

FECHA : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

Nro. De Tarro	Nº	R3"-07	R3"-27	R3"-26	C46
Peso de la Tara	gr	26.28	25.64	26.12	22.11
Tara + Suelo Húmedo	gr	51.42	52.57	53.05	49.28
Tara + Suelo Seco	gr	48.08	48.95	49.30	45.41
Agua	gr	3.34	3.62	3.75	3.87
Suelo Seco	gr	21.80	23.31	23.18	23.30
HUMEDAD	%	15.32	15.53	16.18	16.61
Nro. De Golpes	Nº	34	27	22	18

LÍMITES LIQUIDO

L.L. = 15.93 %



### OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOS POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FILIAL PUNO  
Bach. I.C. Mary Carmen Yana Condori  
ENCARGADA DE LABORATORIO ING. CIVIL - PUNO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL PUNO  
Mg. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega  
CIP. 26510



## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

(NORMA: ASTM D-1557 ; MTC E 115)

<b>TESIS</b>	: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA MEDIANTE REGRESIONES PARA SUB BASES CON ALTITUDES MAYORES A 3000 MSNM EN LA PROVINCIA DE PUNO
<b>SOLICITANTE</b>	: BACHILLER. HENRY WILBER RIZALASO HUAICANI
<b>ASESOR</b>	: Mgtr. DIANA ELIZABETH QUINTO GASTIABURU
<b>UBICACIÓN</b>	: PROVINCIA DE PUNO - PUNO
<b>MUESTRA</b>	: M - 20
<b>FECHA</b>	: 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018

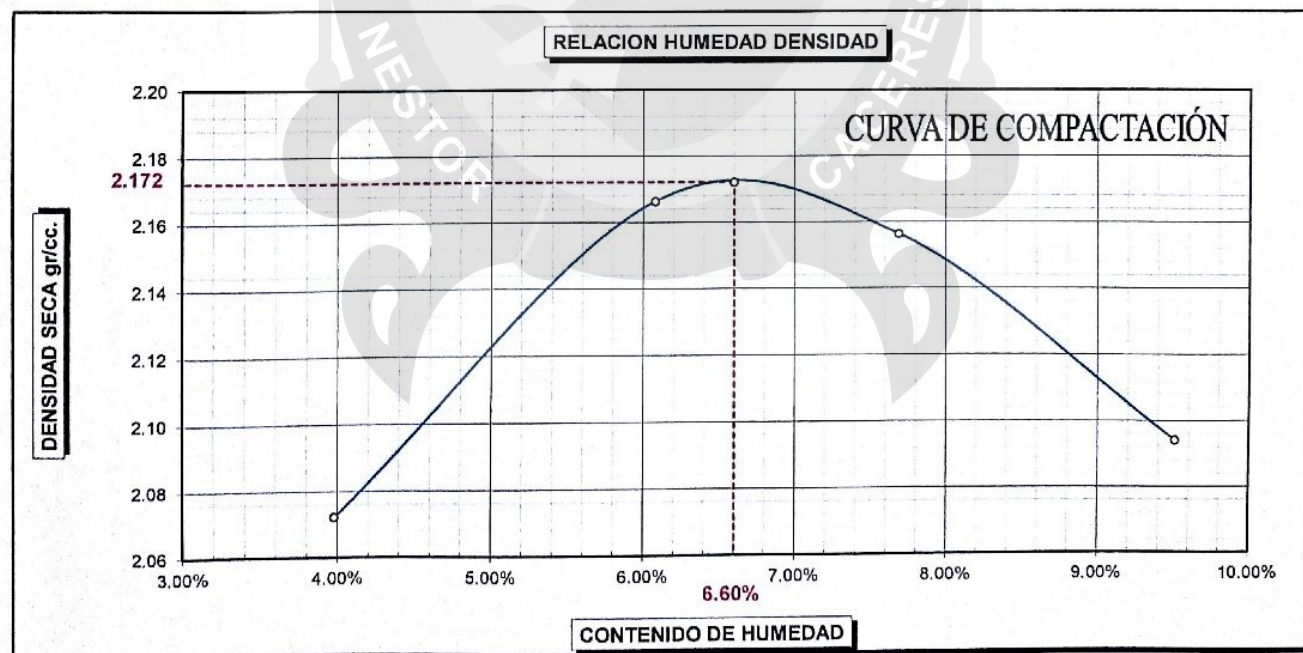
<b>MOLDE No</b>	01	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	2114 cc
<b>No DE CAPAS</b>	05	<b>GOLPES POR CAPA</b>	56

<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	10986	11289	11340	11279
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6431	6431	6431	6431
<b>Peso del Suelo Humedo</b>	gr/cc	4555	4858	4909	4848
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cc	2.155	2.298	2.322	2.293

Muestra	-	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
<b>Capsula No</b>	No	T11	T13	T10	C45	C19	C04	C28	C61
<b>Suelo Humedo + Capsula</b>	gr.	222.73	214.54	198.08	203.60	207.78	208.06	211.96	208.28
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	215.18	207.06	187.94	193.25	194.54	194.75	195.51	192.05
<b>Peso del Agua</b>	gr.	7.55	7.48	10.14	10.35	13.24	13.31	16.45	16.23
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	22.58	21.91	21.98	22.18	21.92	22.12	21.99	21.92
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	192.60	185.15	165.96	171.07	172.62	172.63	173.52	170.13
<b>% de Humedad</b>	%	3.92%	4.04%	6.11%	6.05%	7.67%	7.71%	9.48%	9.54%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	3.98%		6.08%		7.69%		9.51%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	2.072		2.166		2.156		2.094	

<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	: ASTM D-1557
<b>METODO</b>	: "C"

<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	: 2.172 gr/cc
<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	: 6.60 %



**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL TESISISTA Y ETIQUETADAS POR EL MISMO. LOS DATOS FUERON ENTREGADOR POR EL TESISISTA (FUE ENSAYADO POR EL MISMO).